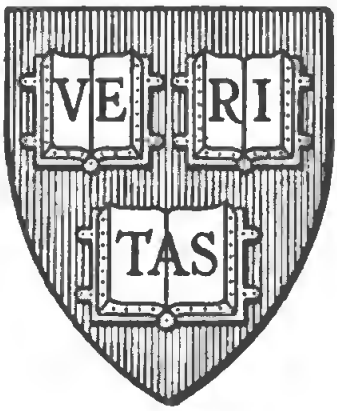
Sci 1085.14 (48)



HARVARD
COLLEGE
LIBRARY

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXXVIII.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ACHT UND VIERZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT VIER UND ZWANZIGSTER.

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG, 1839.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

ZWEITE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ACHTZEHNTER BAND.

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG, 1839.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Sci 1085.14 [45]

H
UNIV RSITY
LIBRARY

1527
B: 151
1-83

Inhalt

des Bandes XXXXVIII der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Ueber die Becquerel'sche Kette und die Elektricitäts-Erregung durch gegenseitige Berührung der Flüssigkeiten im Allgemeinen; von G. Th. Fechner. 1
Beschreibung der Methode, S. 5. — Versuche zur Erläuterung der Becquerel'schen Kette, S. 13.

II. Ueber das chemische und das magnetische Galvanometer; von M. Jacobi. 26

III. Bemerkung für barometrische Höhenmessungen; von G. Galle. 58

IV. Ueber die Harze; von H. Rose. 61

V. Analyse des Pyrochlors; von F. Wöhler. 83
1) Pyrochlor von Miask in Sibirien, S. 83. — 2) Pyrochlor von Brevig in Norwegen, S. 89. — 3) Bemerkungen über die Tantalsäure, S. 91.

VI. Ueber die Wirkung von Bündeln aus Eisendraht beim Oeffnen der galvanischen Kette; von G. Magnus. . . . 95

VII. Ueber die Erscheinungen der Gährung, Fäulniss und Verwesung, nebst ihren Ursachen; von J. Liebig. 106

Seite

VIII. Ueber die Gegenwart von Zinn und Kupfer in den aus vulkanischem Boden kommenden Quellen; von J. Berzelius. 150

IX. Ueber die Verbindungen der Jodmetalle mit Ammoniak; von C. Rammelsberg. 151

X. Ueber die Zusammensetzung des Chlorits; von F. Varrentrapp. 185

XI. Der Daguerreotyp. 193

XII. Dagnerre's Vorschrift zur Bereitung eines für Lichtwirkungen empfindlichen Papiers. 217

Zusatz. Talbot's empfindliche Papiere. 220

XIII. Ueber eine neue Verbindung von Cyan und Eisen; von Pelonze. 222

XIV. Ueber eine merkwürdige Verbreitung der mikroskopischen polythalamischen Corallenthierchen durch technische Anwendung der Kreide; von C. G. Ehrenberg. 224

Zweites Stück.

I. Ueber die Becquerel'sche Kette und die Elektricitäts-Erregung durch gegenseitige Berührung der Flüssigkeiten im Allgemeinen; von G. Th. Fechner. (Schluſs.) . . . 225

Verschiedene Umstände, welche bei Flüssigkeitsketten in Betracht kommen, S. 225. — Versuchsreihen über die Richtung und relative Stärke der Strömung in verschiedenen Flüssigkeitsketten, S. 248. — Verschiedene Erörterungen und Versuche, S. 256.

II. Dreizehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday. 269

Von der Vertheilung. (Fortsetzung.) — IX. Zerreiſsungs-Entladung. (Fortsetzung.) — Eigenthümlichkeiten der positiven und negativen Entladung in Funken sowohl wie in Büscheln

Seite

III. Notiz über elektrische Strömungen auf Erzgängen; von F. Reich. 287

IV. Bemerkungen über die thermische Wirkung elektrischer Entladungen. Aus einem Schreiben an den Herausgeber von P. O. C. Vorsselman de Heer. 292

V. Volta'sche Säule von grofser elektro-chemischer Kraft; von W. R. Grove. 300

VI. Ueber die Unfähigkeit des Wassers, ohne seine Zersetzung Volta'sche Ströme zu leiten; von Demselben. 305

VII. Ueber die Unwirksamkeit verdünnter Säuren auf amalgamirtes Zink; von Demselben. 310

VIII. Wirkung der verdünnten Schwefelsäure auf destillirtes Zink in isolirenden und nicht isolirenden Gefäfsen; von M. A. F. Van der Vliet. 315

IX. Ueber Hrn. Voraselman de Heer's Bearbeitung meiner Wärmeuntersuchungen an der elektrischen Batterie; von P. Riefs. 320

X. Ueber den Durchgang der strahlenden Wärme; von M. Melloni. 326

XI. Ueber den Verlust einer halben Wellenlänge bei Reflexion an der Hinterfläche brechender Mittel; von Babinet. . . 332

XII. Apparat zur Beobachtung der dunkeln Linien im Spectrum; von M. Dujardin. 334

XIII. Ueber die Isomorphie zwischen manchen kohlensauren und salpetersauren Salzen; vom Grafen F. Schaffgotsch. . 335

XIV. Dimorphie und Amorphie; von Th. Graham. 344

XV. Ueber den bleihaltigen Arragonit von Tarnowitz. Aus einem Schreiben des Prof. Keraten. 352

XVI. Ueber das Knistersalz von Wieliczka; von H. Rose. . 353

XVII. Ueber die Zusammensetzung des Petalits und Spodumens; von R. Hagen. 361

XVIII. Ueber die sogenannte Becquerel'sche Kette. Aus einem Schreiben des Hrn. C. F. Henrici. 372

Seite

XIX. Ueber Blitze ohne Donner; von Ayrer. 375
XX. Giebt es Donner ohne Blitze? 378
XXI. Nachtrag zu meiner Notiz über barometrische Höhenmessungen; von G. Galle. 379
XXII. Notizen. 1) Bohrversuche, S. 382. — 2) Erdwärme bei Basel, S. 383. — 3) Platzregen in Brüssel, S. 384. — 4) Lanthan, nicht Lantan, S. 384.

Drittes Stück.

I. Ueber die Eigenschaften der magneto-elektrischen Ströme. Eine Berichtigung des Aufsatzes von Hrn. De la Rive über denselben Gegenstand; von E. Lenz. 385
II. Dreizehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday. (Fortsetzung.) 424
Glimm-Entladung, S. 424. — Dunkle Entladung, S. 430. — Fortführende Entladung, S. 439.
III. Ueber die konische Refraction. 461
IV. Ueber die Theorie der Aetherbildung; von Heinrich Rose. 463
V. Ueber Zweifach-Schwefeläthyl; von Pyram Morin. . . 483
VI. Analyse des Phonoliths von Whisterschan bei Töplitz; von J. Redtenbacher. 491
VII. Chemische Untersuchung des Aurichalcits, eines Kupfererzes vom Altai; von Th. Böttger. 495
VIII. Ueber den Aegerin; von Tamnau. 500
IX. Ueber die Auffindung in Wasser löslicher Metallverbindungen in Milch, Milchkaffee und Chocolade; von L. Elsner. 501
X. Ueber den Leukopban; von Tamnau. 504
XI. Chemische Untersuchung eines Kobalterzes von Tunaberg; von F. Varrentrapp. 505
XII. Neues Verfahren, um Silberplatten auf eine sehr gleichförmige Weise mit einer beliebig starken Jodschicht zu überziehen; von F. M. Ascherson. 509

Viertes Stück.

Seite

I. Dreizehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday. (Schlufs.) 513
IX. Verhalten des luftleeren Raums zu elektrischen Erscheinungen. S. 513. — §. 19. Natur des elektrischen Stromes, S. 515.

II. Untersuchungen über die Hervorrufung der Phosphorescenz und über verschiedene Eigenschaften des elektrischen Funkens; von E. Becquerel. 540
1) Phosphorescenz durch elektrische Funken, S. 540. — 2) Phosphorescenz durch Erwärmung, S. 544. — 3) Wirkung elektrischer Entladungen auf sehr dünne Drähte, S. 546.

III. Chemische Untersuchung eines Antimonerzes von Nertschinsk; von W. Brüel. 550

IV. Beschreibung einiger neuen Mineralien des Urals; von Gustav Rose. 551
1) Der Tschewkinit, S. 551. — 2) Der Uranotantal, S. 555. — 3) Der Perowskit, S. 558. — 4) Der Pyrrhit, S. 562. — 5) Der Hydrargillit, S. 564. — 6) Der Barsowit, S. 567. — 7) Ueber den Chrysoberyll vom Ural, S. 570.

V. Ueber die Dysodil genannte Mineralspecies, als Product aus Infusorienschalen; von C. G. Ehrenberg. 573

VI. Ueber die Fällung einiger Metalloxyde durch Wasser; von Heinrich Rose. 575

VII. Ueber die Zusammensetzung des Elaeoliths; von C. Bromeis 577

VIII. Ueber einige Thatsachen, welche wahrscheinlich machen, dafs die Asteroiden der Augustperiode sich im Februar, und die der Novemberperiode im Mai eines jeden Jahres zwischen der Sonne und der Erde, auf dem Radius Vector der letzteren, befinden; von A. Erman. 582

Seite

IX. Ueber die Häufigkeit der Gewitter in den Polar-Regionen; von v. Baer. 601

X. Notizen. 1) Optische Täuschung, S. 611. — 2) Nordlicht, S. 611. — 3) Alter Sternschnuppenfall, S. 612. — 4) Regen, S. 612.

Nachweis zu der Kupfertafel.

Taf. I. Fechner, Fig. 1 und 2, S. 5; Fig. 3, S. 228; Fig. 4, S. 235; Fig. 5, S. 245; Fig. 6, S. 257; Fig. 7; S. 265. — Becquerel, Fig. 8, S. 542; Fig. 9, S. 549.

Berichtigungen.

Zum Aufsatz des Hrn. Varrentrapp.

Seite 191 ist angeführt, dafs die Formel, welche Hr. v. Kobell für die Chlorite 1 und 2 aufgestellt hat, zu den gefundenen Sauerstoffmengen nicht passe. Dem ist jedoch nicht so. Bei Uebertragung der von Hrn. v. K. gegebenen mineralogischen Formel in die chemische, ist nur ein Irrthum begangen. Richtig übertragen ist sie

$$\dot{\dot{M}}g\dddot{\dot{S}}i + \dot{\dot{A}}l\dddot{\dot{S}}i + 4\,\dot{M}g\dot{H},$$

und diese entspricht genau den von Hrn. v. K. gefundenen Sauerstoffmengen, gleich wie die von Hrn. Varrentrapp S. 186 gegebene Formel. Man hat nun darüber zu entscheiden, welche der beiden Formeln die wahrscheinlichere sey.

Zum Aufsatz des Hrn. Prof. Kersten, Bd. XXXXVII.

Seite 492 Z. 18 v. u. st. Chlorit l. Thorit

— 492 Z. 15 st. Schwefelwasserstoffblei l. Schwefelblei

— 492 Z. 8 st. auflösen l. auflösten

1839. ANNALEN No. 9.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXVIII.

I. *Ueber die Becquerel'sche Kette und die Elektricitäts-Erregung durch gegenseitige Berührung von Flüssigkeiten im Allgemeinen; von G. Th. Fechner.*

1) Zur Beantwortung der Frage, ob durch Wirkung von Flüssigkeiten auf einander Elektricität rege werden könne, sind sehr viele Versuche angestellt worden [1]), welche diese Frage sämmtlich bejahend zu entscheiden scheinen. Die meisten stellte man so an, dafs man zwei Platinplatten respectiv in zwei, mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllte Gefäfse tauchen liefs, welche unter einander entweder durch thierische Blase, oder einen mit Flüssigkeit getränkten Asbestdocht, oder Thonpfropf u. dergl. communicirten. Die starken Ausschläge des, die Platinplatten verbindenden, Multiplicators, welche man hiebei erhielt, verfehlte man nicht, sey es der chemischen Wirkung, sey es der Berührung der Flüssigkeiten unter einander beizumessen. Die Becquerel'sche Kette, in welcher die beiden Flüssigkeiten Kali und Salpetersäure sind, hat sogar eine grofse Berühmtheit in diesem Bezuge erlangt. Inzwischen wird das Folgende zeigen, dafs Ketten von dieser Einrichtung gänzlich untauglich sind, etwas über die Elektricitätsentwicklung durch die fragliche Ursache zu entscheiden, indem in der Becquerel'schen und allen ähnlichen Ketten von starker Wirkung die elektrische Strömung durch Wirkung der Flüssigkeiten auf einander, auch wo sie stattfindet, gänzlich zurücktritt gegen die, welche durch ungleiche Wirkung der Flüssigkeiten auf die Platinplatten entsteht,

1) Vergl. Biot's Lehrb. Bd. III S. 450.

nach meiner Ansicht, vermöge ungleicher Veränderungen, welche die Flüssigkeiten an den Platten hervorbringen, und wodurch deren Homogenität aufgehoben wird, nach der Ansicht Anderer, vermöge Contactwirkung der verschiedenen Flüssigkeiten auf die Platten.

2) Sollen Versuche über die Elektricitätserregung durch Berührung von Flüssigkeiten ein reines Resultat geben, so müssen nothwendig die Platinplatten nicht nur selbst vollkommen homogen seyn, sondern auch in ganz homogene Flüssigkeiten tauchen, die dann ihrerseits erst durch feuchte Körper mit den (selbst unter einander communicirenden) Flüssigkeiten in Verbindung gesetzt werden, deren Wirkung auf einander man prüfen will.

Nach dieser Methode haben Becquerel und Nobili mehrere Versuche angestellt. Die Versuche Becquerel's (in den *Ann. de chim. et de phys. T. XLI p.* 10) halte ich indefs nicht einwurfsfrei, da er nirgends angiebt, dafs er sich vor jedem Versuche von der Homogenität und Abwesenheit der Ladung bei den von ihm angewandten Platinschalen überzeugt habe. Ich selbst habe gefunden, dafs man mit Platinplatten, die zu vorgängigen Versuchen in verschiedenen Flüssigkeiten gedient haben, ohne alle sonstige Ursache zur Strömung oft die kräftigsten Ströme erhält, wenn die Reinigung derselben nicht bei beiden durch ganz dieselben Mittel und auf das Sorgfältigste geschehen ist; und bei aller Sorgfalt, die man angewandt haben mag, mufs man sich doch von der wirklichen Homogenität stets durch einen vorläufigen Versuch überzeugen, wenn man nicht Gefahr laufen will, Ströme zu erhalten, welche diejenigen an Kraft weit überwiegen, mit deren Untersuchung man beschäftigt ist. Dagegen hat Nobili (*Ann. de chim. et phys. T. XXXVIII p.* 239) die Homogenität seiner Platten gehörig berücksichtigt, und ich halte seine Versuche für die einzigen, auf die man bis jetzt fufsen kann.

Da die Nobili'schen Versuche, vielleicht nicht Jedem erinnerlich sind, so dürfte es nicht unzweckmäfsig

seyn, eine Mittheilung derselben den eigenen Versuchen vorangehen zu lassen [1]). Diese ist im folgenden Paragraphen enthalten:

3) *Versuche* Nobili's. »Ich fülle zwei kleine Gläser, die ich *A* und *B* nennen will, mit einer Auflösung von Salpeter und tauche die Enden meines Galvanometers, welche in zwei kleinen Platinplatten bestehen, hinein. Ich nehme ein drittes Gefäfs *C* und giefse ein wenig Salpetersäure hinein. Die Verbindungen werden durch zwei Bogen von Asbest und Baumwolle hergestellt, welche mit der Auflösung der Gefäfse *A* und *B* getränkt sind. Durch den einen dieser Bogen setze ich das Gefäfs voll Salpetersäure mit der Auflösung, z. B. des Gefäfses *A*, in Verbindung, fasse in die Hand den zweiten Bogen, nachdem ich an sein Ende ein kleines Stängelchen (*bâton*) Aetzkali angebracht habe, welches durch schwache Befeuchtung mit der Lösung der Gefäfse *A* und *B* leitend gemacht worden ist, und bringe endlich das Alkali in Berührung mit der Salpetersäure, während ich zugleich das andere Ende des Bogens in das Gefäfs *B* tauche. Sofort beginnt die chemische Wirkung, und die Nadel meines Multiplicators schlägt über 40° bis 50° nach der Richtung aus, welche anzeigt, dafs der Strom in den Flüssigkeiten vom Alkali zur Säure geht. Ich trage Sorge, mich vor und nach dem Versuche von der Homogenität der Platinplatten an den Enden des Galvanometers zu überzeugen, und pflege, gröfserer Sicherheit halber, zur Kette noch zwei andere Gefäfse *A'* und *B'*, zuzufügen, um in diese die Verbindungsbogen zu bringen. Die Platinplatten, welche in die beiden ersten Gefäfse *A* und *B* tauchen, werden hiedurch vor jeder störenden Veränderung durch das Alkali und die Säure, die in so grofse Entfernung von ihnen gebracht sind, geschützt. Jedenfalls hat man in

1) Man findet übrigens den Nobili'schen Aufsatz vollständig in dies. Annal. Bd. XIV S. 157.

der Umkehrung der Kette immer eine directe Controle der Resultate.

Aetzkali gab mir, wie gesagt, Bewegungen von 80° [1]) Kohlensaures Kali bewirkt einen geringeren Effect, aber doch von 15° bis 20°; ähnliche Ausweichungen erhält man durch kohlensaures Natron und gewöhnlichen Kalk.

Bei diesen Versuchen befanden sich die alkalinischen und erdigen Substanzen in festem Zustande. Aufgelöst bringen sie eine viel geringere Wirkung hervor, und, was sonderbar ist, oft den entgegengesetzten Erfolg, als in festem Zustande. Diese Umkehrung schien mir constant beim Kalkwasser, ein Resultat, was man nicht erwarten sollte, und was, genauer erforchst, vielleicht zu einer Folgerung führen wird, welche den elektro-chemischen Ansichten nicht sehr günstig seyn dürfte.

Schwefelsäure gewährt einen stärkeren Erfolg, als Salpetersäure. Während letztere mit kohlensauren Alkalien und Erden 15° bis 20° hervorbrachte, erhielt ich mit der Schwefelsäure 25°.

Salzsaurer Baryt und Schwefelsäure brachten eine Ablenkung von 10° bis 15°, Ammoniak mit Schwefelsäure von 5° bis 10° hervor. Mit Schwefelsäure und Salpeter erhält man eine starke Wirkung, von 20° bis 25°. Bei diesen Versuchen tauchten die Platten des Galvanometers in eine Lösung von Kochsalz. Weinsteinsäure und kohlensaures Kali gaben eine geringe Ablenkung von ungefähr 5°.

Diese Resultate sind allerdings nicht streng vergleichbar unter einander, weil sie nicht unter ganz gleichen Umständen erhalten wurden, können inzwischen doch eine Vorstelluug davon geben, welche Combinationen mehr oder weniger wirksam sind. Die Substanzen, welche den stärksten Strom geben, sind im Allgemeinen nicht

1) Da vorhin blofs 40° bis 50° angeführt sind, so scheinen hier die Ausweichungen nach beiden Seiten addirt, oder ein Druckfehler obzuwalten.

solche, an welchen sich die chemische Wirkung am lebhaftesten äufsert. So z. B. wirkt die Schwefelsäure ruhig auf den Salpeter, und dennoch findet ein stärkerer Strom statt, als bei der mit so starkem Aufbrausen verbundenen Wirkung der Schwefelsäure auf die kohlensauren Salze.«

4) Obwohl die Nobili'schen Versuche nach einer einwurfsfreien Methode angestellt sind, schien mir doch bei ihrer Vereinzelung eine Wiederholung derselben theils an sich wünschenswerth, theils, um dabei mehrere Punkte in Rücksicht zu ziehen, auf die Nobili sein Augenmerk nicht gerichtet hat. Man wird aus dieser Wiederholung ersehen, dafs Nobili's Resultate richtig sind, dafs sie aber nicht die Folgerungen zulassen, die man in Beziehung zur Becquerel'schen Kette daraus gezogen hat.

Beschreibung der Beobachtungsmethode im Allgemeinen.

5) In Fig. 1 Taf. I sind *a*, *b*, *A*, *B* vier Glasgefäfse. Die Gefäfse *a* und *b* wurden mit einer und derselben Flüssigkeit (Brunnenwasser, Kochsalzlösung, Salpeterlösung u. dergl.) gefüllt, und die an den Enden des Multiplicators befestigten Platten, in der Regel Platinplatten, hineingestellt. Sie mögen die *zuleitenden* Gefäfse heifsen. *A* und *B* dienten zur Aufnahme der Flüssigkeiten, deren Wirkung auf einander geprüft werden sollte. Sie sollen die *erregenden Gefäfse* heifsen. 1, 2 und 3 sind kleine heberförmige, mit capillaren Oeffnungen versehene Röhren (Fig. 2 Taf. I), welche dazu dienten, die Communication zwischen den Gefäfsen auf die in der Figur angedeutete Weise zu vermitteln [1]).

1) Ich hielt eine ziemliche Anzahl solcher Röhren (von etwa 1 Zoll 8 Lin. Länge, ohne den umgebogenen Theil, und etwa $1\frac{1}{2}$ Lin. innerem Durchmesser) vorräthig, um jede so viel wie möglich nur für eine Art Flüssigkeit zu brauchen. Sollten indefs verschiedene Flüssigkeiten nach einander in dieselbe Röhre gebracht werden, so wurde sie stets vor Einbringung der neuen Flüssigkeit dadurch gereinigt, dafs ich durch Heberwirkung längere Zeit hindurch erst Brunnenwasser, dann destillirtes Wasser durchgehen liefs, welches endlich mittelst

Das Niveau der Flüssigkeit in den zuleitenden Gefäfsen wurde mit Fleifs anfangs ein wenig höher gehalten, als in den erregenden Gefäfsen, weil bei der Wahl der Flüssigkeit in ersteren von einem kleinen Zufluſs derselben zu den erregenden Flüssigkeiten in der Regel keine erhebliche Störung zu besorgen war, während ein Zufluſs in die zuleitenden aus den erregenden Gefäfsen die Reinheit der Versuche durch Aenderung der metallischen Oberfläche gänzlich getrübt haben würde. Bei meinen ersten Versuchen wurde auch das Niveau in einem der erregenden Gefäfse mit Fleifs etwas höher gehalten, als im andern, damit eine Bewegung der Flüssigkeiten zu einander stattfände, weil ich glaubte, diefs möchte wesentlich seyn; später, als ich die Einflufslosigkeit dieses Umstandes kennen lernte (vergl. §. 26), habe ich das Niveau derselben ungefähr gleich gemacht, wofern nicht etwa eine Flüssigkeit z. B. im Gefäfse *A* successiv mit mehreren anderen im Gefäfse *B* combinirt werden sollte. In diesem Falle wurde allemal das Niveau der ersten so viel höher gehalten, als das der andern, dafs, mit Rücksicht auf das relativ specifische Gewicht der Flüssigkeiten, kein Rücksteigen der letzteren zu ersterer zu besorgen war. Auch wurde dann die Verbindungsröhre No. 3 mit der Flüssigkeit des Gefäfses *A* gefüllt, und immer mit demselben Ende wieder in das Gefäfs *A* eingesetzt (das andere aber vor jedem neuen Versuche gespült und austropfen lassen), um alle Beimischung fremder Flüssigkeit (abgesehen von dem klei-

Heberwirkung durch die neue, eine Zeit lang austropfende Flüssigverdrängt wurde. Eben so wurde vor jedem neuen Versuche für sorgfältigste Reinigung der in heterogene Flüssigkeiten eingetaucht gewesenen Enden dieser Röhren durch Abspülen und Anstropfenlassen eines Theils der Flüssigkeit Sorge getragen. Auch die Glasgefäfse wurden für jede Art Flüssigkeit gewechselt und sorgfältigst gespült. Im Allgemeinen wurden Röhren oder Gefäfse, welche respectiv für Säuren, Alkalien oder Neutralsalze bestimmt waren, nicht für eine Flüssigkeit aus einer heterogenen Klasse gebraucht.

nen Zufluſs aus dem zuleitenden Gefäſse) zu der Flüssigkeit im Gefäſse *A* zu vermeiden.

Die Röhren No. 1 und 2, welche zur Verbindung der zuleitenden mit den erregenden Gefäſsen dienten, waren ohne Ausnahme (daher ich dieſs nicht künftig jedesmal besonders erwähnen werde) mit derselben Flüssigkeit gefüllt, welche auch in den zuleitenden Gefäſsen *a* und *b* enthalten war. Es wurde ebenfalls sorgfältig darauf gesehen, daſs stets dieselben Enden wieder in dieselben Gefäſse gesetzt wurden, und jedes Ende, was in eine neue Flüssigkeit eingesetzt werden sollte, durch Abwischen und Austropfenlassen eines Theils der Flüssigkeit zuvor gereinigt.

Alle diese Operationen, mit einer gewissen Ordnung und gehörigen Handgriffen ausgeführt, gehen schnell von Statten, so daſs es möglich ist, eine zahlreiche Reihe von vergleichbaren Versuchen mit gröſster Reinlichkeit und Nettigkeit in nicht zu langer Zeit auszuführen.

6) Zur Verbindung der, in die zuleitenden Gefäſse eintauchenden, Platinplatten diente bei allen folgenden Versuchen der, in d. Ann. Bd. 45 S. 232 beschriebene, mit *L* bezeichnete, lange Multiplicator, hiebei von unschätzbarem Werthe, weil die dünnen Säulen Flüssigkeit in den Verbindungsröhren einen starken Leitungswiderstand in die Kette bringen, zu dessen Vermehrung noch überdieſs gar sehr der Uebergangswiderstand an den kleinen Platinflächen beiträgt. Ein kurzer Multiplicator von wenig Windungen würde zu diesen Versuchen gänzlich unbrauchbar seyn. Die Doppelnadel oder vielmehr die resultirende Axe derselben, stand in der Ruhelage den Windungen parallel, so daſs die obere, als Zeiger dienende, Nadel von dieser Lage an nach beiden Seiten gleiche Ausschläge machte, wenn sie derselben Stromkraft mit verwechselter Richtung unterworfen ward. Dieſs erforderte eine Abweichung dieser Nadel in der Ruhelage um 2° von dem Nullpunkt der Eintheilung, wel-

che im Folgenden jedesmal schon von den abgelesenen Graden abgezogen oder dazu addirt sind, je nach der Richtung des Ausschlags.

7) Von jeder Platinplatte tauchten in die zuleitenden Gefäfse, nach Verschiedenheit der Versuche, 0,5 bis 0,83 Quadratzoll ein; bei einigen Versuchen auch mehr, was dann besonders bemerkt ist. Man wird sehen, dafs es vortheilhaft ist, die eintauchende Oberfläche möglichst zu vergröfsern. Bei einigen Versuchen ward, statt Platin, Kupfer oder selbst ein anderes Metall angewandt; was aber ebenfalls jedesmal ausdrücklich bemerkt ist.

Um die Oberfläche der Platinplatten homogen zu machen, wurden dieselben erst nafs, dann trocken mit Sandpapier auf das Sorgfältigste abgerieben, darauf in die zuleitenden Gefäfse gestellt, welche jetzt noch nicht mit den erregenden verbunden waren; so wie diese selbst jetzt auch noch von einander getrennt waren. Um aber die Homogenität auch zu *prüfen*, wurden zuvörderst die zuleitenden Gefäfse durch eine Röhre voll derselben Flüssigkeit verbunden, welche in den zuleitenden Gefäfsen selbst enthalten war. Trotz äufserster Sorgfalt und Gleichförmigkeit in Reinigung beider Platten habe ich es wohl kaum je dahin gebracht, dafs sich nicht immer ein kleiner Ausschlag gezeigt hätte, ja oft war er nicht unbedeutend, letzteres gewifs, wenn die Reinigung nach vorherigen Versuchen nicht auf das Sorgfältigste, mit Vermeidung aller fremdartigen Berührung aufser durch das Reinigungsmittel, geschehen war, auch war er dann oft bleibend. Sonst aber pflegte sich der Ausschlag allmälig zu verlieren, und die Nadel dann genau den Stand anzunehmen, den sie ohne Schlufs des Multiplicators mit den Platten annahm; ein Beweis, dafs meine Platinplatten der Substanz nach vollkommen homogen sind, auch waren sie aus einem und demselben etwas starken Platinblech neben einander herausgeschnitten. Nie wurden die Versuche eher begonnen, als bis dieser Punkt völli-

ger Homogenität erreicht war; was mir einige Male viel Zeit und Mühe durch oftmalige Wiederholung der Reinigung gekostet hat. Bei Anwendung eines weniger empfindlichen Multiplicators würde man freilich viel leichter den gewünschten Punkt erreichen, aber nur scheinbar.

Dasselbe Prüfungsmittel, ob die Platinplatten nicht für sich einen Strom gäben, wurde auch vor jedem neuen Versuche angewandt, selbst wenn die Platten in derselben Flüssigkeit stehen blieben; was, wie man sehen wird, sehr nöthig ist. Denn obschon sie, wie ich mich oft überzeugt habe, nach einmal eingetretener Homogenität, selbst bei den längsten Versuchsreihen, diese Homogenität bewahrten, wofern nur der Zutritt von Flüssigkeit aus den zuleitenden Gefäfsen vollständig vermieden ward, so zeigt sich doch nach jedem Versuche, wie man sehen wird, diese Homogenität *temporär* durch einen Ladungszustand aufgehoben, den sie unter dem Einfluſs der vorhergehenden Schliefsung angenommen haben, und welcher erst durch Schliefsung der Platten für sich verschwinden muſs (was im Allgemeinen bald geschieht), bevor man einen neuen Versuch beginnen darf. Ueberdiefs ist es immer nützlich sich durch die angegebene Probe zu überzeugen, ob die Flüssigkeit in den zuleitenden Gefäfsen wirklich homogen geblieben ist.

Da ich diese Vorsichten und Prüfungen bei keinem der nachfolgenden Versuche vernachlässigt habe, so kann man dieselben als gänzlich befreit von dem Einfluſs der Nichthomogenität der Metalle ansehen.

Stand nun die Nadel in derselben Lage, die sie ohne Strömung hatte, so wurden die Röhren 1 und 2 eingesetzt, und, wenn ich nicht ganz sicher war, ob etwa vermöge Verschiedenheiten des spec. Gewichts, trotz des Niveau-Unterschiedes, ein Rücksteigen der Flüssigkeiten aus den erregenden Gefäfsen in die zuleitenden stattfände, noch eine Weile abgewartet, ob etwa ein Ausschlag eintrat, den jede Verschiedenheit der Flüssigkei-

ten in den zuleitenden Gefäfsen sofort mit sich bringt. War auch diese Prüfung geschehen oder von dieser Seite nichts zu besorgen, so wurde endlich die Röhre No. 3 eingesetzt und zugleich die Verbindungsröhre der zuleitenden Gefäfse entfernt. Wenn ein Ausschlag entstand, so notirte ich die Gränzen der ersten Excursionen; was im Folgenden beispielsweise so geschehen wird: $40\frac{1}{4}-12$; $+21\frac{1}{4}-4\frac{3}{4}$; $13+3\frac{1}{2}$; $10\frac{1}{2}+7$. Dieſs bedeutet: die Nadel schlug um $40\frac{1}{4}$ Grad, ging von da zurück bis 12 Grad auf die entgegengesetzte Seite; excurrirte dann wieder auf die erste Seite bis $21\frac{1}{4}$ Grad, ging dann zurück bis $4\frac{3}{4}$ Grad auf die entgegengesetzte Seite u. s. f. (die folgenden Excursionen fallen dann alle auf dieselbe Seite).

Da die Schwingungsdauer der angewandten Doppelnadel sehr beträchtlich war, so würde es, obschon ich zur Beruhigung derselben ein schwaches Magnetstäbchen zu Hülfe nahm (welches, wie ich mich hinreichend überzeugte, die Kraft der Nadeln nicht zu ändern vermochte), ausnehmend zeitraubend gewesen seyn, wenn ich zu jedem neuen Versuche einen vollständigen Stillstand der Nadel hätte abwarten wollen; ja längere continuirliche Versuchsreihen wären gar nicht ausführbar gewesen. Ich pflegte daher den Versuch zu beginnen, wenn die Nadel noch eine Bewegung von circa $1\frac{1}{2}$ bis 2^{0} hatte. Dieſs nun bringt die Folgerung mit sich, daſs man bei Vergleichung der Anfangskräfte im Folgenden nicht auf den ersten Ausschlag allein reflectiren darf, sondern man muſs das Mittel, oder, was bei constanter Befolgung auf dasselbe herauskommt, die Summe der beiden ersten Zahlen, welche dem Hin- und Rückgang entsprechen, jedesmal in Betracht ziehen; also z. B. bei obigem Beispiele nicht blos die Zahl $40\frac{1}{4}$, sondern $40\frac{1}{4}-12=28\frac{1}{4}$, weil nämlich das, was die Nadel vermöge anfänglicher Abweichung vom Ruhepunkte beim Hingange zu viel oder zu wenig ausschlägt, sich beim Rückgange merk-

lich compensirt. Dieſs hat bloſs den Nachtheil, daſs dadurch der Wirkungsabnahme die doppelte Zeit gestattet wird ihren Einfluſs zu äuſsern. Da inzwischen jene Ausschläge ohnehin nicht als *Maaſs* der Kräfte dienen können, sondern nur zur Bestimmung gröſserer oder kleinerer Unterschiede zwischen denselben, wozu sie uns gute Dienste leisten werden, so ist jener Umstand in sofern von keinem so erheblichen Nachtheil, als nicht vorauszusetzen ist, daſs die Anzeige einer an sich gröſseren Anfangskraft dadurch unter die einer kleineren gerückt werden könne. Die stehende Ablenkung, die gegebenen Ausweichungen entspricht, läſst sich bei meinem Multiplicator genau genug dadurch bestimmen, daſs das Mittel aus zwei Hingängen der Nadel genommen, und aus diesem Mittel und dem dazwischen fallenden Rückgange wieder das Mittel genommen wird. Inzwischen setzt dieſs eine constante Kraft der Kette voraus, die bei wenigen der folgenden Versuche stattgefunden; daher ich mich meist begnügt habe, den ersten Hin- und Rückgang der Nadel zu beobachten und zur Vergleichung darzubieten.

8) Alle im Folgenden angewandten Auflösungen waren in destillirtem Wasser oder in Schneewasser (aus Schnee, entfernt von der Stadt gesammelt) gemacht. Die Kalilösung, Natronlösung und einfach kohlensaure Kalilösung enthielten 1 Th. fester Substanz in 3 Th. Wasser, die Blutlauge, wo sie nicht als concentrirt bezeichnet ist, 1 Th. des Salzes in 6 Th. Wasser. Alle übrigen Salzauflösungen waren zwischen 8° und 11° C. gesättigt, welches auch die Temperatur der Versuche war. Die angewandte Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure waren rectificirt, erstere von 1,14, die zweite von 1,28, die dritte von 1,58 spec. Gew. Zuweilen wurde käufliche Salpetersäure von 1,30 spec. Gew. angewandt; diese ist aber jedesmal besonders durch den Zusatz *käuflich* bezeichnet; so wie überhaupt, wenn Abweichungen

von obigen, sonst *durchgehends* geltenden, Bestimmungen vorkommen, sie stets besonders namhaft gemacht sind.

9) Zur Erläuterung der Weise, wie ich im Folgenden die Richtung des Stromes gewöhnlich bezeichnen werde, diene folgendes Beispiel:

Die zuleitenden Gefäfse, in welchen die Platinplatten stehen, seyen mit Salpeterlösung; das Gefäfs *A* mit Salpetersäure, das Gefäfs *B* mit Kali gefüllt. Der Strom geht hier in den erregenden Gefäfsen vom Kali zur Salpetersäure, und der Ausschlag erfolgt mithin so, als wenn die in das Gefäfs *a* tauchende Platte negativ gegen die andere wäre, wenn man sich den Strom durch Wirkung der Platten erregt dächte. Diefs kurz zu bezeichnen, sage ich: *der Ausschlag erfolgt nach der Seite der Salpetersäure.*

Um ferner die im Folgenden gebrauchten Combinationen von Flüssigkeiten kurz zu bezeichnen, werde ich z. B. für den eben angeführten Fall sagen: Kali mit Salpetersäure habe sich zwischen Salpeter befunden. Ueberhaupt ist, wo ein Salz genannt ist, im Allgemeinen dessen Auflösung zu verstehen.

Die Zwischenröhre No. 3 ist, *wo nichts anders bemerkt ist*, allemal mit derjenigen Flüssigkeit als gefüllt anzusehen, welche in der vorigen Bezeichnung zuerst genannt ist; also bei: Kali mit Salpetersäure zwischen Kochsalz ist sie mit Kali gefüllt.

Bemerkung verdient noch, dafs von den nachfolgenden Versuchen hinsichtlich des absoluten Werthes der bei ihnen vorkommenden Zahlen, blofs die mit einander vergleichbar sind, welche mit Bezug auf einander angestellt wurden; da sonst verschiedentlich theils eine andere Gröfse der in die zuleitenden Gefäfse eintauchenden Oberflächen, theils eine andere Kraft der Multiplicatornadel stattgefunden hat.

10) Salpetersäure und Kali wurden zwischen Salpeter gebracht. Als nun die Verbindung des Kali mit der Salpetersäure durch eine mit Salpeter gefüllte Röhre geschah, war *nicht der kleinste Ausschlag* wahrzunehmen. Sie wurde jetzt vertauscht mit einer, mit Salpetersäure gefüllten Röhre, und sofort erfolgte ein Ausschlag auf die Seite der Säure mit folgenden successiven Werthen: $+40\frac{1}{4}-12$; $21\frac{1}{4}-4\frac{3}{4}$; $13\frac{1}{2}$; $+3\frac{1}{2}$; $10\frac{1}{2}+7$; $9+6\frac{1}{2}$. Um 3 Min. später stand die Nadel auf $6\frac{1}{4}°$. Die Platinplatten in den Gefäfsen wurden jetzt gewechselt, und der erste (nicht genau gemessene) Ausschlag war beträchtlich stärker als $6\frac{1}{4}$, wovon der Grund, wie sich bald zeigen wird, in einer stattgefundenen Ladung der Platinplatten liegt. Binnen einigen Minuten war er wieder auf $7\frac{3}{4}$ gesunken. Jetzt wurde der Multiplicator auf seinem als Axe dienenden Zapfen um 90° gedreht, während die Schliefsung fort bestand, und durch Oscillationen ein Maafs genommen, welches die, dieser Abweichung entsprechende Kraft $=0{,}140$ ergab.

11) Aus diesem Versuche, so weit er bisher erzählt worden ist; scheint für den ersten Anblick zweierlei hervorzugehen: *a*) Da bei Communication der Salpetersäure und des Kali durch Salpeter keine Strömung entstand, wohl aber bei Communicatiou durch Salpetersäure selbst, so scheint gefolgert werden zu müssen, dafs die chemische Wirkung Antheil an der Strömung hatte; *b*) der Versuch spricht dafür, dafs die Kraft der Becquerel'schen Kette wirklich auf dieser Wirkung beruht.

Wir werden inzwischen durch den Verfolg der Versuche sehen, wie beide Folgerungen in Nichts zerfallen.

12) Dafs bei Trennung der Salpetersäure und des Kali durch Salpeter kein Strom entstand, hängt offenbar damit zusammen, dafs die zuleitenden Gefäfse auch mit Salpeter gefüllt waren, mithin sowohl Säure als Kali sich auf beiden Seiten mit derselben Flüssigkeit in Berüh-

rung befanden. Mag nun für die Flüssigkeiten das Gesetz der galvanischen Spannungsreihe gelten oder nicht, so scheint doch unter solchen Umständen kein Strom zu erwarten, auch tritt er nie bei irgend einem anderen analogen Falle ein. Da mir die Abwesenheit desselben unter den angegebenen Umständen anfangs auffallend war, indem ich nach der Analogie mit den Metallen vermuthete, es müsse gleichgültig seyn, ob die Flüssigkeiten direct oder unter Zwischenwirkung einer anderen Flüssigkeit in Berührung träten, so habe ich die Versuche darüber mehr, als vielleicht nöthig, vervielfältigt, mit durchaus entscheidendem und constantem Erfolge. Der folgende Paragraph enthält diese Versuche.

13) Wenn sich *Kupfervitriol* mit *Schwefelleber* zwischen Kochsalz befand, so erfolgte kein Ausschlag, wenn beide Flüssigkeiten durch Kochsalz in Verbindung standen, dagegen ein sehr kräftiger Ausschlag ($147^{\circ} - 46^{\circ}$), nach Seite der Schwefelleber, wenn beide durch Kupfervitriol communicirten. — Wenn sich *Salzsäure* mit *Aetzkali* zwischen Kochsalz befand, so erfolgte wiederum kein Ausschlag, wenn die verbindende Flüssigkeit Kochsalz war, dagegen ein Ausschlag nach Seite des Kali [1]) ($16+1$; $10+4$; $7+5\frac{1}{2}$), wenn sie Salzsäure war. — Wenn sich *Schwefelsäure* mit *Kali* zwischen Glaubersalz befand, so erfolgte kein Ausschlag bei Verbindung durch Glaubersalz, dagegen ein Ausschlag nach Seite der Schwefelsäure ($45-1$; $35+2$) bei Verbindung durch Schwefelsäure. — Wenn sich *Salzsäure* mit *kohlensaurem Ammoniak* zwischen Salmiak befand, so erfolgte bei Verbindung durch Salmiak kein Ausschlag, dagegen ein Ausschlag ($47-4$; $32+4$; $23+6$), bei Verbindung durch Salzsäure. — Wenn sich *Kupfervitriol* mit *Blutlauge* zwischen Salmiak befand, so erfolgte nichts bei Verbindung durch Salmiak, dagegen ein Ausschlag nach

1) Die Richtung des Ausschlags wird vielleicht auffallen, ist indefs constant, und schliefst sich an andere später vorkommende Fälle an.

Seite des Kupfervitriols ($35+1$; $24+1\frac{1}{3}$; $17\frac{3}{4}+3$) bei Verbindung durch Kupfervitriol. — *Salpetersäure* und *Kali* zwischen Brunnenwasser gab nichts bei Verbindung durch Brunnenwasser, dagegen $21+1\frac{1}{4}$ nach Seite der Säure bei Verbindung durch Salpetersäure. — *Schwefelsäure* mit *Kupfervitriol* zwischen Brunnenwasser gab nichts bei Verbindung durch Brunnenwasser, dagegen einen Ausschlag nach Seite der Säure bei Verbindung durch Schwefelsäure.

14) Wenn wirklich die Wirkungslosigkeit der Kette Salpetersäure, Salpeter, Kali in den erregenden Gefäfsen und deren Verbindungsröhren davon abhing, dafs auch in den zuleitenden Gefäfsen Salpeter war; so war zu vermuthen, dafs bei Veränderung der zuleitenden Flüssigkeit eine Wirkung durch jene Combination erfolgen würde. In der That, als die erregenden Gefäfse respectiv mit Kali und Salpetersäure, ihre Verbindungsröhre mit Salpeter, die zuleitenden Gefäfse aber mit Brunnenwasser gefüllt waren, erfolgte ein Ausschlag $14+1$. Brunnenwasser, dem Salpeter substituirt, gab wiederum nichts.

15) Einen andern Beweis, als den vorhin widerlegten, für einen auffallenden Einfluss der chemischen Wirksamkeit auf die Stromkraft glaubte ich bei meinen ersten Versuchen darin zu finden, dafs die Kraft in allen Fällen so ausnehmend schnell abnahm. Wenn ich dann nach erfolgter Schwächung die Röhre No. 3, welche z. B. die Säure mit Kali (oder einer anderen Flüssigkeit) in den erregenden Gefäfsen verband, herausnahm, neu mit Säure füllte, oder auch nur, nachdem ich ihr in das Kali gesetztes Ende abgespült und in Säure getaucht, wieder einsetzte, so zeigte sich die erste Kraft oder doch ein Theil der ersten Kraft wieder hergestellt. Ich schlofs also, die Wirkung nehme deshalb so schnell ab, weil durch Verbindung der Säure mit dem Alkali sich eine Zwischenschicht salziger Flüssigkeit bilde, welche die

Wirknng aufhebe. Inzwischen ist dieser Versuch, der oft wiederholt gelang, wieder nur ein Beweis, der Vorsicht in Schlüssen lehren kann. Die Wirkungsabnahme hängt nämlich von einem ganz anderen Umstande, einer sogenannten Ladung der Platinplatten, ab, wie die folgenden Beobachtungen und Versuche evident beweisen; und die Wirkungswiederherstellung bei den angeführten Versuchen rührte blofs daher, dafs während der Manipulationen, welche mit der Zwischenröhre vorgenommen wurden, jene Ladung, welche mit bemerkenswerther Schnelligkeit sich ausbildet, aber auch wieder vergeht, ganz oder grofsentheils schon wieder verschwunden war.

16) Wenn ich einen Versuch vollendet hatte, so verband ich, wie früher bemerkt, nach Beseitigung der die erregenden Gefäfse verbindenden Zwischenröhre No. 3., die zuleitenden Gefäfse jedesmal durch eine Röhre, welche dieselbe Flüssigkeit enthielt, als sie selbst, so dafs blofs diese beiden Gefäfse mit dem Multiplicator einen Kreis bildeten, um mich von der fortbestehenden Homogenität der Platinplatten zu überzeugen. Hiebei nun konnte es nicht fehlen, dafs ich einen lebhaften Ausschlag der Nadel jedesmal nach der entgegengesetzten Seite von der wahrnahm, nach welcher er während des Versuchs gerichtet gewesen war; einen Ausschlag, der um so bedeutender war, je gröfser der ursprüngliche entgegengesetzte Ausschlag gewesen und je weiter ich die Wirkungsabnahme hatte gedeihen lassen; aber selbst schon dann war er immer sehr merklich und oft beträchtlich, wenn ich die Flüssigkeitskette auch nur so lange hatte geschlossen gelassen, um die Nadel einen Hin- und Rückgang machen zu lassen. Immer übrigens minderte sich unter dem Einflufs der Schliefsung der zuleitenden Gefäfse dieser Ausschlag schnell, und verschwand bald ganz. Natürlich mufsten diese Umstände den Verdacht in mir erwecken, dafs die Wirkungsabnahme entweder ganz oder doch

doch grofsentheils von dieser Ladung abhinge. Die folgenden Versuche beweisen das Erste.

17) *Schwefelsäure* mit *Kochsalz* wurde zwischen Brunnenwasser gebracht. Der Ausschlag nach Seite der Schwefelsäure war $27\frac{1}{2}-0$; $23+\frac{1}{2}$; $20+1\frac{1}{3}$. Als der Ausschlag noch $10+6$ betrug, wurde die mit Schwefelsäure gefüllte Röhre No. 3 schnell mit einer anderen, schon zuvor bereit gehaltenen, vertauscht, welche mit frischer Schwefelsäure gefüllt war; es fand aber auch *nicht der geringste merkliche Kraftzuwachs* statt. Jene Röhre heifse α, diese β. Bei nachheriger Schliefsung der zuleitenden Gefäfse für sich wurde die gewöhnliche starke Ladung wahrgenommen. Ich liefs sie verschwinden, und setzte jetzt, nach aufgehobener Schliefsung der zuleitenden Gefäfse, die Röhre β, die sich vorhin wirkungslos gezeigt hatte, ohne sie neu gefüllt oder auch nur ihre Enden abgewischt zu haben, wieder ein, so dafs (welche Vorsicht angegebenermafsen bei analogen Versuchen stets gebraucht ward) wieder dieselben Enden respectiv in dieselben Gefäfse zu stehen kamen; jetzt ward ein Ausschlag $26-0$; $27+\frac{1}{3}$ nach Seiten der Schwefelsäure erhalten. Die kleine Zunahme vom ersten zum zweiten Ausschlage ist ungewöhnlich, und rührt von irgend einem Nebenumstande her. Als die durch diesen Versuch hervorgebrachte Ladung abermals verschwunden war, wurde die erste Röhre α, ohne etwas mit ihr vorgenommen zu haben, wieder eingesetzt, und der Ausschlag war $27+1\frac{1}{3}$; $22+1\frac{1}{2}$.

Hier noch einige andere Versuche derselben Art. *Salzsäure* mit *Kochsalz* wurde zwischen Brunnenwasser gebracht. Der Ausschlag nach Seite der Salzsäure betrug $14\frac{1}{2}+2$; $12+2\frac{1}{3}$. Als der Ausschlag auf $7+4$ herabgekommen war, ward die Salzsäure-Röhre No. 3 α wie vorhin mit einer frischen β vertauscht; es war wieder nicht die geringste Zunahme sichtbar. Der entge-

gengesetzte Ausschlag der Ladung, der dann nach angegebener Weise beobachtet wurde, betrug 24 — 9 [1]). Als die Ladung wieder verschwunden war, brachte jetzt die Röhre β, ohne sie abzuwischen von Neuem eingesetzt (natürlich nach Entfernung der Verbindungsröhre der zuleitenden Gefäfse), einen Ausschlag 18 — 0; 15 + 1; 12 + 3 hervor. Der unmittelbar nach diesen drei Hin- und Rückgängen beobachtete Ladungsausschlag betrug 20 — 8.

Salpetersäure mit *Kali* wurde zwischen Brunnenwasser gebracht. Der Ausschlag nach der Seite der Salpetersäure betrug $21 + 1\frac{1}{4}$. Als er auf $8 + 6\frac{1}{3}$ herabgekommen war, ward der Röhre No. 3 α wiederum eine, mit frischer Salpetersäure gefüllte β substituirt, ohne dafs auch nur die geringste Zunahme des Ausschlags sichtbar gewesen. Der sofort nachher beobachtete Ladungsausschlag betrug 26 — 10. Als die Ladung verschwunden war, ward wieder die Röhre α, ohne sie auch nur abgewischt zu haben, in A und B eingesetzt und ein Ausschlag $20\frac{1}{2} — 0$ beobachtet. Der unmittelbar nach diesem Hin- und Rückgang (wie immer durch Verbindung von a und b, und Entfernung von No. 3) beobachtete Ladungsausschlag betrug $11 — 5\frac{1}{3}$.

17) Die Becquerel'sche Kette unterscheidet sich von der unsrigen, in welcher die Strömung fraglos von der Wirkung der Flüssigkeiten auf einander abhängt, wesentlich blofs dadurch, dafs bei ihr die homogenen Platinplatten *in die heterogenen Flüssigkeiten selbst* eingetaucht sind. Wofern wirklich ihr Erfolg ebenfalls blofs

1) Dafs der Ausschlag durch die Ladung gröfser ausfallen kann, als der Ausschlag durch die Kraft, die ihn erzeugte, wie ich oft beobachtet habe, darf nicht befremden, weil bei der Schliefsung, welche zur Beobachtung der Ladung dient, ein grofser Theil des Widerstandes der Kette wegfällt. In der That, trotz der Länge des Multiplicators, ist doch der Widerstand der dünnen Säulen Brunnenwasser in den Heberröhren nicht dagegen zu vernachlässigen.

von Wechselwirkung des Kali und der Salpetersäure abhängt, so darf kein gröfserer Erfolg erhalten werden, als bei unserer Kette, wenn unsere Kette, unter Beibehaltung desselben Leitungswiderstandes in eine Becquerel'sche verwandelt wird, dadurch, dafs man die Platinplatten aus den zuleitenden Gefäfsen in die erregenden, und die Röhre No. 3 aus den erregenden Gefäfsen in die zuleitenden übersetzt. Diefs aber verhält sich ganz anders. Der Versuch wurde in folgender Weise ausgeführt.

18) Als bei dem unter 10) angeführten Versuche die Kraft $7\frac{3}{4}°$ gemessen war, wurde die Röhre No. 3 aus den erregenden Gefäfsen herausgenommen, ihre Enden gut in Salpeter abgespült und nun (mit ihrem Gehalt an Salpetersäure) in die zuleitenden Gefäfse voll Salpeter eingesetzt. Die Platinplatten aber wurden, um frische Oberflächen mit den Flüssigkeiten in Berührung zu bringen, abgewaschen, sorgfältig mit Sandpapier gescheuert, und nun in die erregenden Gefäfse eingesetzt, in welcher die Flüssigkeit verblieb, wie sie zu Ende des vorigen Versuches gewesen war; jedenfalls also etwas geschwächt durch einigen Zufluſs aus den zuleitenden Gefäfsen. Dessenungeachtet war der erste Ausschlag auf Seiten der Säure (der bei unserer Kette in den frischen Flüssigkeiten blofs $40\frac{1}{4} - 12$ war) hier $150 + 20$; $142 + 25$; um 5 Min. nach dem Eintauchen noch $95 + 67$; um 10 Min. $85 + 75$; welche Kraft sich nach Drehung des Multiplicators um 90 durch die Methode der Oscillationen $= 8{,}644$ fand. Man vergleiche diese mit der Kraft 0,140, welche in unserer Kette schon nach viel kürzerer Zeit erreicht war, und man wird gestehen müssen, dafs das, was die Wirkung der Flüssigkeiten auf einander zur Becquerel'schen Kette beiträgt, nicht sehr erwähnenswerth ist.

Der hier beschriebene Versuch, sowohl mit unserer Kette als der Umänderung derselben in die Becquerel'-

sche, wurde mit neu gereinigten Platinplatten wiederholt, blofs mit der Abänderung, dafs die Röhre No. 3 mit Kali statt mit Salpetersäure gefüllt war, und dafs die Platinplatten vor dem Umsetzen in die erregenden Gefäfse nicht gereinigt, sondern mit der, ihnen aus den zuleitenden Gefäfsen anhängenden, Salpeterlösung eingesetzt wurden. Die Resultate waren dem vorigen so analog, dafs ich sie hier übergehen will, um noch durch einige andere Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten darzuthun, wie wenig im Allgemeinen die Strömung, die durch Wirkung der Flüssigkeiten rege wird, beiträgt zu derjenigen, welche homogene Metalle in differenten Flüssigkeiten erwecken.

Zuvor will ich jedoch noch Folgendes bemerken. Die obige Kraft 8,644, welche die homogenen Platinplatten in Kali und Salpetersäure zeigten, ist ungefähr $\frac{2}{3}$ von derjenigen, welche Zink und Kupfer in Salpeterlösung unmittelbar bei dem mit Schliefsung verbundenen Eintauchen zeigten. Es ward nämlich, als Zink und Kupfer in die zuleitenden Gefäfse getaucht wurden, während sowohl diese, und die erregenden Gefäfse, und die drei Verbindungsröhren mit Salpeterlösung gefüllt waren, die Kraft 13,101 gefunden.

19) *Schwefelsäure* mit *Salmiak* wurde zwischen Salpeter gebracht. Statt Platin tauchte Kupfer in die zuleitenden Gefäfse. Der Ausschlag auf Seiten der Schwefelsäure betrug 70,8+13; 61,5+20,2. Es wurde jetzt die Röhre No. 3 (voll Schwefelsäure) entfernt. Die zuleitenden Gefäfse wurden durch eine Röhre voll Salpeter verbunden, die Kupferplatten zwar in ihren Gefäfsen gelassen, aber durch Herausziehen ihrer Verbindungsdrähte aus den Quecksilbergefäfsen aus der Kette gebracht, und dafür in die erregenden Gefäfse zwei wohlgereinigte Platinplatten gestellt, welche mit den Multiplicator-Enden verbunden wurden. Der Ausschlag auf Seiten der in der Schwefelsäure stehenden Platinplatte war 166+1; 155.

20) Die beiden vorstehenden Versuche lassen noch den Einwand zu, dafs vielleicht der Uebergangswiderstand des Platins und Kupfers in der Salpeterlösung so stark, in Säuren und Kali aber so schwach sey, dafs er, trotz der Anwendung eines so langen Multiplicators, den enormen Unterschied der Resultate bei beiden Anordnungen erkläre. So unwahrscheinlich diese Annahme an sich ist, habe ich doch geglaubt, sie durch bestimmte Versuche widerlegen zu müssen, und daher später als Ergänzung zu No. 18 noch folgende Versuche (unter No. 21) gefügt, welche zeigen, dafs auch dann das Uebergewicht der Wirkung beträchtlich zu Gunsten der Becquerel'schen Anordnung ist, wenn Kali in den zuleitenden Gefäfsen, Salpetersäure und Salpeter in den erregenden enthalten ist, desgleichen, wenn Salpetersäure in den zuleitenden Gefäfsen, Salpeter und Kali in den erregenden Gefäfsen enthalten ist. Was nun aber vollends zeigt, dafs die Becquerel'sche Anordnung der unsrigen nichts weniger als äquivalent ist, ist der Umstand, dafs in beiden Fällen der Ausschlag durch die Becquerel'sche Anordnung *von entgegengesetzter Richtung* ist, als die unsrige.

21) *Salpeter* und *Salpetersäure* zwischen Kali (und Platin). Der Ausschlag nach der Seite des Salpeters betrug 33,5 — 6; 15 — 1,5. Nach kurzer Zeit betrug der Ausschlag nur noch wenige Grade, und die Platinplatten zeigten bei der gewöhnlichen Prüfungsmethode eine starke Ladung. Sie wurden herausgenommen, wie gewöhnlich vollständig und beide gleichförmig gereinigt, und nun in die erregenden Gefäfse eingesetzt, nachdem die Röhre No. 3 mit ihrem Gehalt an Salpeter in die zuleitenden Gefäfse gesetzt war. Der Ausschlag erfolgte nach Seite der Säure, und betrug 164,5+12,5; 158,5+8,5. Nach 5 Min. fand sich die Abweichung 81,5.

Salpeter mit *Kali* zwischen Salpetersäure (und Platin). Der Ausschlag betrug nach Seite des Kalis 47,7+17,5;

45,5+25; 38,5. Die Kraft blieb mehrere Minuten fast constant, nahm aber dann auf einmal rasch ab, in diesem Falle unstreitig nicht durch Ladung der Platten, sondern wegen eines zu starken Zuflusses der Flüssigkeiten zu einander, da der anfängliche Niveau-Unterschied wahrscheinlich etwas zu grofs war. Durch Oeffnung der Kette liefs sich nämlich die Kraft nicht wieder herstellen. Natürlich konnte, wenn die Becquerel'sche Anordnung der unsrigen aequivalent wäre, bei Verwandlung dieser in jene, nun auch kein in Betracht kommender Ausschlag mehr entstehen. Als inzwischen die wohl gereinigten Platinplatten in die erregenden Gefäfse und die, mit Salpeter gefüllte, Röhre No. 3 in die zuleitenden Gefäfse gesetzt ward, erfolgte ein Ausschlag 168,5+1; 162 nach Seite des Salpeters.

Auch bei den nächstfolgenden beiden Versuchen (unter No. 22) wird man dieses Uebergewicht der Becquerel'schen Anordnung über die unsrige hinsichtlich der Stärke der Wirkung und zugleich den entgegengesetzten Ausschlag wieder finden.

22) *Salzsäure* [1]) mit *kohlensaurem Natron* wurde zwischen Kochsalz gebracht. Es entstand ein Ausschlag nach der Seite des kohlensauren Natrons, der nicht genau gemessen wurde, aber jedenfalls nur zwischen 20° und 30° betrug, und sich dann wie gewöhnlich minderte. Als jetzt in analoger Weise als bei den vorigen Versuchen, mit Beibehaltung der Flüssigkeiten in den Gefäfsen und Röhren, die Anordnung in die des Becquerel'schen Versuches umgeändert wurde, entstand ein Ausschlag auf Seiten der Säure 142—29, der sich nur langsam minderte. Eine der stärksten Strömungen bei unserer Ketten-Anordnung habe ich erhalten, wenn *Ku-*

1) Die Salzsäure dieses Versuchs war nicht die, welche zu den übrigen Versuchen gedient hat, welche ich erst später anschaffte, sondern eine gemeine Salzsäure, mit so viel Wasser verdünnt, dafs sie nicht mehr rauchte.

pfervitriol mit *Schwefelleber* zwischen Salmiak gebracht ward. Der Ausschlag nach Seiten der Schwefelleber betrug hier: 80+19; 67+23; 91+19¾; 50+25. Aber auch diese Kette giebt, wenn man sie nach angezeigter Weise in eine Becquerel'sche umwandelt, einen viel stärkeren Strom *in entgegengesetzter Richtung*; nämlich 128+6; 123+11; 118+15; 114+19. Um 6 Min. nach der Schliefsung noch 79¼+50; 78¼+51. Die Röhre No. 3 wurde jetzt, neu mit Kupfervitriollösug gefüllt, wieder in die erregenden Gefäfse eingesetzt, worin die Platinplatten stehen blieben; so dafs jetzt die zuleitenden aufser der Kette waren; der Ausschlag war wieder auf Seite der Kupfervitriollösung: 165 — 4.

23) Wie sehr bei Ketten aus zwei Flüssigkeiten und einerlei Metall die Wirkung der Flüssigkeiten auf die Metalle, sey es nun durch ändernden Einflufs oder durch Spannungen, in Betracht kommt, geht unter andern auch daraus hervor, dafs man mit denselben Flüssigkeiten und bei sonst gleichgehaltenen Umständen die verschiedensten Werthe erhält, je nachdem man dieses oder jenes Metall dabei anwendet. Die Unterschiede sind so beträchtlich, dafs sie, bei Anwendung des langen Multiplicators, nicht durch einen verschiedenen Uebergangswiderstand erklärbar seyn würden, und oft erhält man hiebei gerade mit den negativeren Metallen die stärksten Werthe. Beobachtungen dieser Art habe ich viele gemacht. Hier nur einige, die ich vor Kurzem mit besonderer Sorgfalt angestellt habe.

Es wurden zwei Gefäfse, eins mit *Salmiak*, das andere mit *Kali*, gefüllt und durch eine Röhre voll Salmiak verbunden. In diese Gefäfse wurden zwei Platinplatten (etwas über 1 Quadratzoll von jeder) getaucht und nach 2 Minuten langem Stehen darin geschlossen. Die Kraft fand sich, durch die Methode der Oscillationen gemessen, 18,14. Derselbe Versuch, mit Kupfer in derselben Flüssigkeit angestellt, liefs blofs die Kraft 6,17

finden; welches das Mittel aus zwei Wiederholungen mit verwechselten und neu gereinigten Platten ist, deren Werthe nahe übereinstimmten. Als darauf der Versuch mit neugereinigten und verwechselten Platinplatten in denselben Flüssigkeiten wiederholt ward, ergab sich sehr nahe wieder die beim ersten Versuche gefundene Kraft.

Kupfer zeigt also in Kali und Salmiak eine fast drei Mal geringere Kraft, als Platin; was zugleich beweist, dafs die Stärke der Kraft sich auch hier ganz und gar nicht nach der Angreifbarkeit der Metalle richtet.

Hier ein anderes Beispiel: ein Gefäfs mit concentrirter *Schwefelleber* und ein anderes mit *Brunnenwasser* wurden durch eine Röhre voll Brunnenwasser verbunden, und in beide Gefäfse homogene Metallplatten gestellt. Mit dem Moment des Eintauchens erfolgte zugleich die Schliefsung, und da die Nadel anfangs parallel den Windungen stand, wurden die Gränzen des ersten Hin- und Hergangs notirt. Für jedes Metall wurden zwei Versuche mit neu gereinigten und verwechselten Platten angestellt. Die folgenden Zahlen sind das Mittel dieser beiden Versuche. Zu jedem neuen Versuche wurde die Schwefelleberlösung erneuert, um nicht mit einer, durch den vorherigen Versuch schon veränderten Flüssigkeit zu thun zu haben. Es war Sorge getragen, dafs in das Gefäfs und die Röhre voll Brunnenwasser keine Schwefelleberlösung steigen konnte, indem bei jedem Versuche ein etwas höheres Niveau des Brunnenwassers als der Schwefelleber angewandt ward; was nöthig ist, um nicht das Leitungsvermögen der Flüssigkeit in der Zwischenröhre abzuändern. Die Gröfse der eintauchenden Oberfläche war überall dieselbe.

Es ergab sich nun für die verschiedenen angewandten Metalle Folgendes:

Platin	136 +19,5
Rothenburger Kupfer	134,7+11,3
Gereinigtes Wismuth	91,8+ 2,8

Gereinigtes Antimon	77,5 + 13,8
Englisches Kernzinn	58,0 + 15,0
Freiberger Probir-Blei	49,5 — 3,4
Destillirtes Zink	35,5 — 33,0 [1]).

Bei allen diesen Metallen verhält sich das in der Schwefelleber stehende Metall als positiv gegen das im Brunnenwasser stehende gleichartige [2]), und wie man sieht, um so stärker, je näher das Metall dem negativen Ende der galvanischen Spannungsreihe liegt [3]). Wie möchten sich diese Unterschiede aus der Voraussetzung erklären lassen, dafs die Berührung der Schwefelleber mit dem Brunnenwasser, die überall dieselbe blieb, Ursach an der Strömung sey.

Ferner ist wohl Obacht zu nehmen, dafs man, wenn man die Metalle eine Zeit lang in der Schwefelleber und dem Brunnenwasser hat stehen lassen, ehe man sie schliefst, wesentlich andere Werthe erhält, als unmittelbar beim Eintauchen, weil, wie ich mich wenigstens für mehrere Metalle überzeugt habe, die positive Aenderung derselben vom Anfange an abnimmt, unabhängig von der Schliefsung.

Beiläufig mag bemerkt werden, dafs man, wenn man die Metalle, in Schwefelleberlösung stehend, mit dem vorragenden Ende am Condensator entladet, während die Schwefelleberlösung mit dem Boden communicirt, ebenfalls um so stärkere Wirkung erhält, je negativer das Metall ist. Die Ladung des Condensators ist negativ

1) Das Zink in der Schwefelleberlösung blieb nach dem ersten Hin- und Rückgange, welcher eine Positivität desselben anzeigte, dauernd negativ gegen das andere, übereinstimmend bei beiden Versuchen mit verwechselten Platten.

2) Destillirtes Wasser, bei einigen Metallen dem Brunnenwasser substituirt, gab dieselbe Richtung des Ausschlags.

3) Kupfer, gereinigtes Wismuth und Antimon stehen bei Prüfung in destillirtem Wasser entschieden in der obigen Reihenfolge vom negativsten zum positivsten.

wie es nicht anders seyn kann, wenn der in der Flüssigkeit stehende Theil positiv verändert ist.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

II. *Ueber das chemische und das magnetische Galvanometer; von M. Jacobi.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Bullet. scient.* der Petersburger Academie, T. V.)

Bald nach der Erfindung der Volta'schen Säule bediente man sich häufig der bekannten Wasserzersetzungsapparate als eines Maafses, um die Wirkung der verschiedenen Säulen nach der Anzahl oder Gröfse der Elemente, der Stärke der Ladung u. s. w. mit einander zu vergleichen. Man kam aber hierbei zu keinen oder nur zu unerheblichen Resultaten, auch nicht sobald zum Bewufstseyn, dafs dieser Mangel an Erfolg nothwendig der Unzulänglichkeit der Beobachtungs- oder vielmehr der ganzen Betrachtungsweise zugeschrieben werden müsse. Erst das Ohm'sche Gesetz und Fechner's Untersuchungen haben uns den Einflufs kennen gelehrt, den die verschiedenen Elemente der geschlossenen Kette ausüben, und wie derselbe in Rechnung zu bringen sey. — Neuerdings hat sich Faraday in seiner 7ten Reihe [1]) der Wasserzersetzungsapparate, die er Volta-Elektrometer nennt, bedient, um das von ihm aufgestellte Gesetz zu bestätigen, dafs die elektrolytischen Zersetzungen, welche innerhalb der geschlossenen Kette vor sich gehen, sich verhalten, wie die Aequivalente der zersetzten Substanzen, oder vielmehr: dafs die elektrolytische Zersetzung das eigentliche Maafs für die chemischen Aequivalente abgebe. Da nun dasselbe Gesetz auch für die Batterie

1) S. Annal. Bd. XXXIII S. 316.

gilt, und jedem Atom der zersetzten Substanz ein Atom Zink entspricht, das in jeder Zelle der Batterie aufgelöst wird, so kann man mit Leichtigkeit eine öconomische Vergleichung bilden und die Kosten einer jeden elektrolytischen Zersetzung berechnen. Man übersieht, dafs es in letzterer Beziehung hauptsächlich darauf ankommt, die Zersetzung durch so wenig Plattenpaare wie möglich herzustellen, dafs es ferner, wenn dieselbe einmal vor sich geht, völlig gleichgültig ist, ob die Batterie stark oder schwach geladen ist, also mehr oder weniger kräftig wirkt, ob sie constant ist, oder ob sie, wie die gewöhnlichen Hydroketten, schnell in ihrer Wirkung abnimmt, endlich ob die Elektroden, zwischen welchen die Zersetzung vor sich geht, eine gröfsere oder geringere Oberfläche darbieten. Indessen ist die rein öconomische Frage gewöhnlich nicht das Einzige; häufig macht sich auch die Zeit, in welcher eine Production geliefert werden kann, als wesentliches Element geltend; noch andere zufällige Bestimmungen treten auf, welche modificiren und beschränken. Einer allgemeinen Betrachtung läfst sich dieser Gegenstand nicht unterwerfen, da es durchaus auf specielle Umstände ankommt. Es fragt sich aber, ob es, ungeachtet dieser Nebenumstände, überhaupt irgend einen Vortheil darbiete, das Minimum der Plattenpaare, das zu einer elektrolytischen Zersetzung erfordert wird, zu überschreiten, und ob, wenn man eine energischere Wirkung durch eine mehrplattige Batterie erhält, nicht viel mehr Nachtheile, sowohl in Bezug auf den öconomischen Effect als auch in Bezug auf die Zeit der Production, eintreten. Nach dem Ohm'schen Gesetze ist dieses in der That der Fall, wenn man auf die Ladungsphänomene keine Rücksicht nimmt, und den Leitungswiderstand des in die Kette gebrachten Elektrolyten als eine constante Gröfse ansieht. Wir werden später sehen, welche Modificationen hierbei eintreten.

Es wird von vielen Physikern stillschweigend ange-

nommen, dafs die chemischen, thermischen und magnetischen Effecte des Stroms proportional zu einander sind. Ein experimenteller Beweis dafür ist, mit Ausnahme einiger dahin schlagenden Arbeiten von Pouillet [1]), so viel mir bekannt, nicht geliefert; Alles berechtigt aber zu dieser Annahme. Von den physiologischen Effecten kann man dieses nicht behaupten, weil noch kein Maafs dafür aufgefunden ist. Dieser Proportionalität der Effecte gemäfs kann keine Unterscheidung der Ströme nach den verschiedenen Elektricitätsquellen mehr zugestanden werden; und in der That lassen sich alle oder die meisten bemerkbaren Anomalien entweder leicht durch Rückführung auf das Ohm'sche Gesetz erklären, oder verschwinden schon von selbst vor einer wirklichen Messung. Jeder Beweis für den Parallelismus der verschiedenen Effecte ist also zugleich als ein indirecter Beweis gegen die Annahme besonderer specifischer Eigenschaften dieser oder jener Ströme zu betrachten. Diese und noch eine andere practische Rücksicht veranlafsten mich zu einer Reihe von Versuchen über die chemischen und magnetischen Effecte des galvanischen Stromes, und zwar schien es mir nothwendig, mit stärkeren Strömen zu operiren als bisher geschehen war. Ist der Parallelismus beider Effecte erwiesen, so kann man, eben so wie für die Wasserzersetzung, auch für den Magnetismus die Frage lösen, welche Kosten die Unterhaltung einer gewissen magnetischen Intensität oder der Bewegung einer elektro-magnetischen Maschine erfordert. Man darf während des Ganges der letzteren nur eine eingeschaltete Bussole beobachten, die vorher irgend wie auf einen Elektrolyten bezogen worden. Aus den Ablenkungen der Nadel wird sich mit grofser Sicherheit die Consumption des Zinks ersehen lassen, wobei noch der merkwürdige Umstand stattfindet, dafs jede Modification im Gange der Maschine zugleich die Stärke des Stromes und mithin den chemischen Effect in der Batterie afficirt. Ja, aus

1) Ann. Bd. XXXXII S. 303.

der Beobachtung der Bussole ergiebt es sich, wie ich bei einer andern Gelegenheit zeigen werde, sogleich, ob der veränderte Gang der Maschine, der Batterie oder dem eigentlichen Bewegungsapparate mit seinem Arbeitsmechanismus zuzuschreiben sey. Es ist dieses ein wesentlicher Vorzug, den die elektro-magnetische Triebkraft vor allen anderen voraus hat.

Die Versuche, welche ich die Ehre habe der Academie vorzulegen, beschränken sich nur auf die Vergleichung des magnetischen Galvanometers und des Voltaelektrometers. Dafs die Angaben des letzteren, das sich auf die Wasserzersetzung bezieht, der Zinkconsumption in der Batterie entsprechen, sehe ich durch Faraday's und Daniell's Versuche so als erwiesen an, dafs ich einer weiteren Bestätigung derselben mich überheben zu können glaube.

Als magnetisches Galvanometer bediente ich mich der in einer früheren Arbeit erwähnten, nach Nervander's Angabe construirten Tangentenbussole, bei welcher die Stärke der Ströme bis zu einer Ablenkung von etwa 60° den Tangenten der Ablenkungswinkel proportional ist. Von der Construction derselben will ich nur Folgendes erwähnen: Da die Nadel an einem, etwa 1′ langen Seidenfaden suspendirt ist, so würde die lange Dauer der Schwingungsbewegnngen nicht nur viel Unbequemes haben, sondern Beobachtungen der Art eigentlich unmöglich machen. Deshalb ist in der Mitte der Nadel unten ein kleiner Flügel von Platinblech befestigt, welcher in ein Gefäfs mit sehr reinem und feinem Oel taucht. Die Viscuosität des letzteren bringt nach einigen Schwingungen die Nadel vollkommen zur Ruhe, ohne zu verhindern, dafs sie mit grofser Genauigkeit auf den Normalstand zurückgeht. Quecksilber, auch das reinste, statt des Oels, ist nicht zu gebrauchen, weil die Schwingungsbewegungen ebenfalls sehr lange währen, und die Nadel in der Ruhe oft um mehrere Grade vom Normal-

stande differirt. So einfach dieses Mittel ist, so verdankt die Tangentenbussole ihm doch einen grofsen Theil ihrer Brauchbarkeit.

Der angewandte Wasserzersetzungsapparat bietet nichts Eigenthümliches dar. Die gemengten Gase wurden gemeinschaftlich über Wasser in einer Röhre aufgefangen, welche in 110 Kubikcentimeter getheilt war. In den folgenden Tabellen sind zwar 10tel Kubikcentimeter angegeben, indessen machen Capillarität und Parallaxe die Beobachtungen bis auf 0,3 ungewifs. Die Platinelektroden waren $\frac{1}{2}''$ breit und 3″ lang, die Flüssigkeit zwischen denselben verdünnte Schwefelsäure von 1,3 spec. Gew., wobei, nach Faraday's Angabe, wenig oder gar keine Absorption der Gase stattfinden soll. Die Bussole und das Voltaelektrometer befanden sich hinter einander in der Kette. An letzterem wurde die in einer bestimmten Zeit entwickelte, auf den atmosphärischen Druck zurückgebrachte Gasmenge beobachtet, aber nicht während der Entwicklung selbst, vielmehr wurde die Kette am Anfange der Zeitbeobachtung *a tempo* mit dieser geschlossen, und nach Beendigung derselben *a tempo* wieder aufgehoben. Es findet hierbei zwar einige Ungewifsheit in der Zeitbeobachtung statt, ist indessen die Einrichtung des Oeffnens und Schliefsens gut und bequem, so mag dieselbe nicht mehr als 0″,3 betragen. Anders ist es mit dem Umstande, dafs nach Aufheben der Kette die zuletzt gebildete Gasblase nicht mehr in der Röhre aufsteigen kann, weil sie nicht Druck genug hat, um die Capillarität in der Gasableitungsröhre und die Wasserhöhe in der pneumatischen Wanne zu überwinden. Da sich aufserdem die Flüssigkeit zwischen den Platinplatten bei starken Strömen bedeutend erhitzt, nach dem Aufheben der Kette sich aber plötzlich abkühlt, so wird auch hierdurch nicht nur das Entweichen der zuletzt gebildeten Gasmenge verhindert, sondern auch ein Zurücktreten des Wassers in dem Gasableitungsrohre ver-

anlafst, welches oft auf die folgende Beobachtung einen Einflufs hat, indem eine namhafte Zeit verstreicht, ehe dieses Wasser wieder ausgetrieben wird. Es ist daher gewöhnlich die Vorsicht beobachtet worden, kurz vor der eigentlichen Beobachtung, die Kette einige Secunden lang zu schliefsen und einige Gasblasen ausstreichen zu lassen. Ungeachtet dieser Fehlerquellen, welche verursachen, dafs die gemessene Gasmenge etwas geringer ist, als die wirklich entwickelte, scheint mir diese Beobachtung dennoch sicherer zu seyn, als diejenige, wo die Gasmenge während der Entwicklung selbst gemessen wird, oder als die, wo man die Zeit, in welcher sich ein bestimmtes Gasvolumen entwickelt, beobachtet. Das durch Aufsteigen der Gasblasen verursachte Aufwallen der Flüssigkeit macht den Stand derselben immer äufserst ungewifs. Der von Bischoff angegebene, sonst sehr sinnreiche Apparat (Gehler's physik. Wörterb. 4. Bd. 2. Abth. S. 884) konnte aus verschiedenen Gründen hier keine Anwendung finden. Da sich während der Beobachtungen der Stand der Nadel etwas verändert, so sind die in der zweiten Kolumne der nachfolgenden Tafeln angegebenen Winkel die Mittel aus den anfänglichen und Endablenkungen. In den ersten Columnen ist die Anzahl der Elemente angegeben, woraus die Batterie bei den verschiedenen Strömen bestand. Die Zinkplatten hatten 6" Seite, und befanden sich in Kupfertrögen von einer besonderen Construction, deren Beschreibung ich einer anderen Gelegenheit vorbehalte. Für den gegenwärtigen Zweck kommt es hierauf weniger an, da die Ströme wirklich gemessen worden sind; es genügt zu wissen, dafs die stärkeren oder schwächeren Ströme durch angemessene Vermehrung oder Verminderung der Anzahl der Plattenpaare hervorgebracht worden sind. Pouillet hat dasselbe bewirkt, indem er im Voltaelektrometer entweder Flüssigkeiten von verschiedener Leitungsfähigkeit anwandte, oder Elektroden von verschiedener Beschaf-

fenheit nahm. Die Dauer der Beobachtungen betrug 2', bei den Versuchen mit 12 Plattenpaaren aber nur $1\frac{1}{4}$', da die calibrirte Röhre, worin das Gas aufgefangen wurde, für eine längere Entwicklung zu klein war. Mehr nicht als 13 Plattenpaare sind angewandt worden, weil der Gasapparat die starke, durch bedeutende Ströme veranlafste Erwärmung der Flüssigkeit nicht gut ertrug, und ein jedesmaliges Abkühlen zu viel Zeit erfordert hätte. Die Gasentwicklung in den Tabellen ist für eine Minute berechnet.

Tab. I.

Anzahl der Plattenpaare.	Ablenkungswinkel α.	Gasmenge in $1' = G$ Kubikcent.	Berechnete Gasmenge Kubikcent.	Berechnete Gasmenge in Procenten.
13	47° 30′	56,85	56,75	99,8
12	45 48	53,5	53,5	100
11	42 46	47,85	48,1	100,5
10	39 53	43,65	43,45	99,6
9	36 33	38,1	38,55	101,2
8	33 8	33,8	33,95	100,4
7	28 41	28,5	28,45	99,8
6	23 56	23,55	23,1	98,1
5	19 1	18,1	17,95	99,2
4	13 27	12,5	12,45	99,6
3	7 27	7,05	6,8	96,5

Die vierte Kolumne ist nach der Formel berechnet $G = 52\, tang\, \alpha$, wo die Constante, welche für 1 Zeitminute und für Kubikcent. gilt, nach der Methode der kleinen Quadrate aus den 11 Beobachtungen gefunden ist.

Bei den folgenden Versuchen der Tab. II ist von den schwächeren zu den stärkeren Strömen übergegangen worden, um zu sehen, ob die Erwärmung der Flüssigkeit zwischen den Platinplatten, wenn sie allmälig abnimmt oder zunimmt, einen wesentlichen Einfluss ausübe.

Tab.

Tab. II.

Anzahl der Plattenpaare.	Ablenkungswinkel a.	Gasmenge in $1' = G$ in Kubikcent.	Berechnete Gasmenge in Kubikcent.	Berechnete Gasmenge in Procenten.
3	9° 5′	8,5	8,5	100
4	14 31	13,7	13,75	100,4
5	19 21	19	18,65	98,2
6	23 20	23	22,9	99,6
7	26 57	27,4	27	98,5
8	30 30	31,45	31,3	99,5
9	33 15	34,5	34,85	101
10	35 20	37,75	37,65	99,7
11	37 20	40	40,5	101,2
12	38 59	42,7	43	100,7
13	39 32	44,2	43,85	99,2

Die vierte Columne ist nach der Formel $G = 53 tg\, \alpha$ berechnet, wo der constante Coëfficient ebenfalls nach der Methode der kleinen Quadrate gefunden ist. Dafs die beiden Constanten etwas von einander abweichen, mag daher kommen, dafs bei der letzten Reihe namentlich die stärkeren Ströme viel weniger constant waren wie früher, so dafs der Stand der Nadel nicht so scharf beobachtet werden konnte. Dieses stärkere Wogen ist indessen weniger der Batterie, als dem Volta-Elektrometer und dessen Ladungserscheinungen zuzuschreiben. Berechnet man beide Beobachtungsreihen zusammen, so erhält man die Formel $G = 52{,}45\, tang\, \alpha$. Nach Beendigung der letzten Beobachtungsreihe wurde noch ein Versuch mit 25 Plattenpaaren angestellt. Die Ablenkung betrug im Mittel 54° 40′ und die Gasentwicklung in 1 Minute 77 Kubikcent. Die Rechnung giebt 74 Kubikcent., welche Differenz theils den besonders starken Schwankungen der Nadel, theils dem Umstande zugeschrieben werden mufs, dafs über 50° hinaus das Gesetz der Tangenten für die Bussole nicht mehr in aller Strenge gilt. Uebrigens stimmen die berechneten Werthe mit den beob-

achteten nahe genug überein, um das Gesetz zu bestätigen, dafs: *die Wasserzersetzung der durch das magnetische Galvanometer gemessenen Stärke der Ströme proportional ist.*

Der schwächste Strom, den Pouillet bei seinen Versuchen anwandte [1]), bedurfte 919′, um 2 Kubikcent. Hydrogen oder 3 Kubikcent. gemengte Gase zu erzeugen, was für 1′ ungefähr 0,2 Kubikcent. ausmacht. Mit 25 Plattenpaaren wurden in derselben Zeit, nach den obigen Versuchen, 77 Kubikcent. erzeugt. Das oben ausgesprochene Gesetz gilt also innerhalb der ziemlich weiten Gränzen von Strömen, die 0,2 Kubikcent., bis zu solchen, die 77 Kubikcent. gemengte Gase in der Minute entwickeln. Man sieht zugleich hieraus, dafs wenn ein Theil des gemengten Gases durch die elektrolysirte Flüssigkeit, oder durch das Sperrwasser der pneumatischen Wanne absorbirt wird, dieser Theil so gering ist, dafs für die meisten Fälle der Praxis eine Correction dafür entbehrt werden kann. Dafs aber wirklich Gas absorbirt wird, zeigt einerseits ein Versuch mit dem Eudiometer, in welchem nach dem Verpuffen des Gasgemenges ein geringer Ueberschufs von Hydrogen nachblieb, andererseits aber der entschiedene Geruch nach Phosphorwasserstoffgas, welchen das Sperrwasser im Laufe der Versuche annimmt.

Die folgende Tab. III enthält eine Versuchsreihe derselben Art, bei welcher aber, aufser der Tangentenbussole, noch die elektro-magnetische Wage, der bei einer andern Gelegenheit Erwähnung geschehen ist [2]), in den Volta'schen Kreis mit eingeschaltet war. In den Tabellen I und II sind, wie erwähnt worden, die Ablenkungen, die Mittel aus den anfänglichen und Endbeobachtungen, was nur dann streng richtig ist, wenn

1) Annal. Bd. XXXXII S. 297. *P.*

2) Annal. Bd. XXXXVII S. 226. *P.*

die Veränderungen des Stroms während der Zeit der Beobachtung regelmäfsig sind; aber da oft mehr oder weniger starke Sprünge vorkommen, so ist es wünschenswerth, während der Zeit der Beobachtung einen vollkommen constanten Strom zu haben. Dieses kann erreicht werden, wenn in den Kreis noch ein, mit Bequemlichkeit zu verändernder, fester oder flüssiger Leitungswiderstand eingeschaltet wird. Die Beschreibung der zu diesem Zwecke besonders construirten Apparate, die ich *Stromregulatoren* nenne, behalte ich einer anderen Gelegenheit vor. Sie lassen sich leicht manipuliren, und möchten bei ähnlichen galvanischen Versuchen kaum entbehrt werden können. Bei den folgenden Versuchen ist ein Stromregulator mit festem Leitungswiderstande gebraucht worden, um die Erscheinungen der Hydrokette nicht noch mehr zu compliciren. Die Wage und die Tangentenbussole, die 28 Fufs von einander abstanden, um nicht auf einander zu wirken, sind gleichzeitig von zwei Beobachtern beobachtet worden. Da die Wage das empfindlichere Instrument ist, so wurden nach deren Angabe die Ströme constant erhalten. Die Dauer der Gasentwicklung betrug gewöhnlich 3 Minuten, bei 11, 12 und 13 Plattenpaaren aber nur 2 Minuten, bei 2 Plattenpaaren dagegen 10 Minuten. Zu bemerken ist noch, dafs bei diesen Beobachtungen die Multiplicatorspirale der Nadel näher gerückt wurde, um die Empfindlichkeit für die schwächeren Ströme zu vermehren, weshalb auch diese Beobachtungen mit den früheren nicht verglichen werden können.

Tab. III.

Anzahl der Plattenpaare.	Gewicht an der Wage in Milligrm.	Ablenkungswinkel α.	Gasmenge in $1' = G$ in Kubikcentimetern.	Berechnete Gasmenge Kubikcent.	Berechnete Gasmenge in Procenten.
2	10	0° 56′	0,51	—	—
3	110	8 20	4,7	4,5	95,7
4	210	15 36	8,83	8,6	97,4
5	320	23 10	13,27	13,17	99,2
6	415	29 20	17,4	17,3	99,4
7	500	34 6	20,9	20,87	99,9
8	580	38 28	24,73	24,4	98,9
9	645	41 32	27,36	27,27	99,6
10	725	45 4	30,8	30,87	100,2
11	800	47 56	34,17	34,13	99,9
12	860	50 4	36,75	36,8	100,1
13	920	52 2	39,15	39,47	100,8

Die Berechnung in der fünften Columne ist nach der Formel geführt $G = 30{,}8\ tang\ \alpha$ [1]). Die erste Beobachtung ist bei der Berechnung des constanten Coëfficienten weggelassen. Obgleich auch hier die berechneten Werthe mit den beobachteten ziemlich gut übereinstimmen, so deuten doch die Zahlen in der letzten Columne darauf hin, dafs entweder eine constante Fehlerquelle stattfinden mufs, oder dafs das Gesetz selbst einer Correction bedarf. Dieses aufzusuchen scheint vorläufig nicht sehr dringend zu seyn, da das Resultat der Versuche dem Gesetze auf eine Weise entspricht, die man kaum zu erwarten berechtigt war, bedenkt man, dafs hier vier Beobachtungselemente zusammenkommen, wovon schon jedes für sich gröfseren oder geringeren Irrthümern exponirt ist: ich meine nämlich die Regulirung des Stroms und die Beobachtung der Zeit, der Tangentenbussole und des entwickelten Gasvolumens.

Wir können also mit Zuversicht das Gesetz annehmen, dafs die chemischen und magnetischen Effecte des

1) Ist W das in einer Stunde zersetzte Gewicht Wasser in Grm. ausgedrückt, so ergiebt sich aus der obigen Formel $W = 0{,}9926\ tg.\ \alpha$.

Volta'schen Stromes vollkommen proportional zu einander sind, und dafs wiederum, in Bezug auf die Messung, das magnetische Galvanometer oder die verwandten Zersetzungsapparate gleiche Legitimität besitzen. Hat man daher eine Bussole ein- für allemal auf einen Elektrolyten bezogen, so kann man dadurch mit eben der Sicherheit, als durch das Volta-Elektrometer, die Atomengewichte der Körper bestimmen. Ja, die Angaben dieser Bussole sind dann als absolute Maafse zu betrachten, so dafs sich die Physiker leichter über angegebene und etwa bestrittene Effecte verständigen können. Bei den empfindlicheren Multiplicatoren, die nicht gut unmittelbar auf eine elektrolytische Action bezogen werden können, mufs dieses mittelbar durch einen andern Galvanometer geschehen. So z. B. sind die Pouillet'sche Sinusbussole und die von mir angewandte Tangentenbussole zwei völlig mit einander bekannte Instrumente. Der Strom, der meine Nadel um 1° ablenkt, wird dort eine Ablenkung von 12° 53′ bewirken. Eine ähnliche Vergleichung könnte auch mit der von Becquerel gebrauchten elektro-magnetischen Wage gemacht werden, wenn überhaupt zu begreifen wäre, wie damit gemessen worden ist.

Wenn wir auch aus dem Vorhergehenden zu schliefsen berechtigt sind, dafs es bei chemischen Zersetzungen einzig und allein auf die Stärke des Stroms, gar nicht aber auf die Anzahl der Plattenpaare oder sonst auf die Quelle ankommt, wodurch derselbe hervorgebracht oder modificirt wird, so wird es doch nicht überflüssig seyn, noch folgende Versuche anzuführen, um so mehr, da in neuerer Zeit Manches von neuen Entdeckungen specifischer Eigenschaften dieser oder jener Ströme erzählt wird.

1) Mit 6 Plattenpaaren wurden durch einen Strom, der 200 Milligrm. an der Wage mafs, 26 Kubikcent. Gas in 3′ entwickelt. Eine Batterie von 25 Plattenpaaren wurde durch Einschaltung einer grofsen Länge dünnen Drahtes so weit geschwächt, bis die Angabe der

Wage wieder auf 200 Milligrm. reducirt war. Bei zwei auf einander folgenden Beobachtungen erhielt man durch diese Batterie von 25 Plattenpaaren in 3′ resp. 26,3 und 26,2 Kubikcent.

2) Mit 2 Plattenpaaren wurden durch einen Strom, der 20 Milligrm. an der Wage mafs, 5,5 Kubikcent. Gas in 6 Minuten entwickelt. Eine Batterie von 7 Plattenpaaren, deren Strom ebenfalls auf 20 Milligrm. reducirt wurde, gab bei zwei Versuchen in 6′ resp. 5,7 und 5,5 Kubikcent., eine Batterie von 10 Plattenpaaren unter denselben Bedingungen 5,4 und 5,6 Kubikcent. Ich will anführen, dafs die 7plattige Batterie für sich, ohne Schwächung durch einen eingeschalteten Leitungswiderstand, 398 Kubikcent. in 6′, die 10plattige aber 579 Kubikcentimeter entwickelte, woraus man denn ersieht, dafs ein hydro-elektrischer Strom, der auf $\frac{1}{100}$ seiner ursprünglichen Stärke reducirt worden, seine wesentlichen Eigenschaften beibehält.

3) Ich habe früher (*Mém. sur l'application de l'Electromagn. p.* 43) meine Ansicht über die Ursache der gleichförmigen Geschwindigkeit der elektro-magnetischen Maschinen dahin ausgesprochen, dafs dieselbe zum Theil den magneto-elektrischen Strömen zuzuschreiben sey, welche sich, wie ein verständiger Blick auf den Commutator und die ganze Anordnung zeigt, nothwendigerweise entwickeln müssen, und zwar *immer* in einer Richtung, die der des galvanischen Stroms entgegengesetzt ist. Ich habe seither, obgleich sie bestritten worden, keinen Grund gehabt, von dieser Ansicht abzugehen. Die eingeschaltete Tangentenbussole giebt nun ein vortreffliches Mittel ab, die Stärke der Ströme während der Bewegung der Maschine mit denen zu vergleichen, welche stattfinden, wenn die Bewegung auf eine mechanische Weise gehemmt wird, die Maschine sich also in Ruhe befindet. Ich will ausdrücklich hier bemerken, wie die oben angeführte Einrichtung mit dem Platinflügel, wel-

cher in ein Gefäfs mit Oel taucht, uns in den Stand setzt, die Nadel während der Bewegung mit eben der Schärfe wie sonst zu beobachten, ungeachtet beständige Oscillationen in der Stärke der Ströme stattfinden. Die Wichtigkeit solcher Beobachtungen für die Theorie der elektro-magnetischen Maschinen leuchtet ein. Es fragt sich also zunächst, welchen Einflufs hat dieser magneto-elektrische Gegenstrom auf die chemischen Effecte in der Batterie? Er kann durchgehen, ohne zu zersetzen, er kann in entgegengesetzter Richtung zersetzen, er kann die Wirkung des galvanischen Stromes verringern. Das eingeschaltete Volta-Elektrometer wird uns hierüber belehren. Im ersten Falle wird die entwickelte Gasmenge bei der Ruhe und bei der Bewegung dieselbe seyn. Im zweiten Falle wird sich an beiden Platin-Elektroden Hydrogen und Oxygen zugleich entwickeln, wie es bei dem Clarke'schen und verwandten magneto-elektrischen Apparaten der Fall ist; in der Batterie würde sich die Kupferplatte zugleich oxydiren, und an der Zinkplatte, die in gleichem Maafse wie früher aufgelöst würde, zugleich sich Hydrogen entwickeln. Im dritten Falle endlich wird sich die ganze entwickelte Gasmenge und die galvanisch-chemische Action in der Batterie vermindern. Ich mufs gestehen, dafs ich immer der zweiten Ansicht und der Meinung war, für den Fall der elektro-magnetischen Maschinen wäre es möglich, dafs die Angaben der Bussole und des Volta-Elektrometers nicht mit einander correspondirten. Um diese Frage zu entscheiden, wurden bei einer elektro-magnetischen Maschine die Tangentenbussole und ein Wasserzersetzungsapparat zugleich hinter einander eingeschaltet, und beide während der Ruhe und während der Bewegung der Maschine beobachtet. Mit 12 Plattenpaaren betrug die Ablenkung der Nadel im ersten Falle 23° 33′; bei einer Geschwindigkeit von 632 Umdrehungen in der Minute ging sie aber auf 13° zurück. Wir haben also *tang* 23° 33′ : *tang* 13°

=1 : 0,53. Die Gasentwicklung betrug im ersten Falle 81 Kubikcent. in 3'; während der Bewegung aber nur 43,8 Kubikcent. in 3'. Wir erhalten also hieraus das Verhältnifs der Ströme 81 : 43,8=1 : 0,54, also beinahe ganz wie oben.

Aus einer anderen Reihe von Versuchen führe ich noch folgende Beobachtung an, bei welcher die Wirkungen ganz getrennt von einander auftreten. Mit einer 10plattigen Batterie erhielt man, wenn die Bussole allein eingeschaltet war, eine Geschwindigkeit von 500 Umdrehungen in der Minute, wobei die Ablenkung von 25° 16' auf 12° 40' zurückging. Das Verhältnifs der Ströme war daher *tang* 25° 16' : *tang* 12° 40'=1 : 0,476. Befand sich statt der Bussole das Volta-Elektrometer in der Kette, so bedurfte es 15 Plattenpaare, um eben diese Geschwindigkeit von 500 Umdrehungen zu erhalten; hierbei sank die Wasserzersetzung von 102 Kubikcent. in 3' auf 48,9 zurück. Das Verhältnifs der Ströme war daher wie 102 : 48,9=1 : 0,479, was mit der Angabe der Tangentenbussole absolut übereinstimmt.

Aus diesen Beispielen geht, glaube ich, zur Genüge hervor, dafs, wie complicirt auch die Combinationen der verschiedenen Ströme seyn mögen — und das war gewifs hier der Fall, wo magneto-elektrische und galvanische Ströme sich entgegenwirkten — die Angaben der Bussole und des Volta-Elektrometers immer gleichen Gang befolgen. Ich mufs hier beiläufig erwähnen, wie wichtig das Resultat dieser Versuche für die elektro-magnetischen Maschinen ist. Der magneto-elektrische Gegenstrom macht zwar die a priori erwartete ad infinitum accelerirte Geschwindigkeit unmöglich, indessen wird dadurch in demselben Maafse die Volta'sche Zinkauflösung moderirt, und, wie man sieht, unter Umständen auf weniger als die Hälfte reducirt. Wenn man früher die Zinkconsumtion aus den bei der Ruhe stattfindenden Strömen berechnete, so war diefs ein Irrthum, über den

man auf eine erfreuliche Weise durch diese Versuche belehrt wird. Man hat also hier eine Maschine, die, wenn sie einen mechanischen Effect hervorbringt, weniger Zink consumirt, als wenn sie sich in Ruhe befindet. Das ist bei den andern Triebkräften nicht der Fall, und bleibt gewifs ein frappantes Factum, wenn es sich auch erklären läfst.

Aber die anderen Attribute des galvanischen Stromes bieten ähnliche Phänomene dar. Wenn man einen Draht einschaltet, um denselben zum Glühen zu bringen oder zu schmelzen, wenn man den Körper in die Kette bringt, um physiologische Wirkungen zu erfahren, wenn man zwischen Kohlenspitzen das blendende Licht erzeugt, überhaupt wenn man irgend einen Effect aufserhalb der Erregungszelle erlangen will, so wird in dieser die Zinkconsumtion oder die chemische Thätigkeit vermindert. Mir scheint es, dafs, da sämmtliche Effecte zugleich und proportional im Strome existiren, derjenigen Weise der chemischen Action, die sich durch elektrolytische Zersetzung kund giebt, kein gröfseres Recht zugestanden werden dürfe, als den übrigen; ja sogar, da sämmtliche Attribute der Elektricität hervorgebracht werden können, ohne einer elektrolytischen Action zu bedürfen, keine elektrolytische Wirkung aber, ohne zugleich magnetische, Polarisations-, Wärme- und andere Erscheinungen, so ist vielmehr der Chemismus im Nachtheile, wenn von dem Rechte die Rede ist, als Ursache der verschiedenen Phänomene aufzutreten. Es ist ein logischer und deshalb unüberwindlicher Widerspruch, dafs die Ursache sich umgekehrt wie die Wirkung verhalten solle, und das verlangt die Ansicht, welche bei Hydroketten den chemischen Procefs oder die Oxydation als das durchaus Bedingende ansieht.

Faraday und Andere nach ihm unterscheiden die Ströme nach ihrer Intensität und Quantität. Von einer solchen Unterscheidung kann da, wo es sich um exacte

Bestimmungen handelt, nicht die Rede seyn. Ströme von gröfserer Intensität sind dem angenommenen Sprachgebrauche gemäfs solche, die, ungeachtet sich ein grofser Leitungswiderstand in der Kette befindet, dennoch namhafte Effecte hervorzubringen vermögen, oder, was dasselbe ist, solche, die nur eine geringe Veränderung erleiden, wenn man noch einen andern Leitungswiderstand hineinbringt oder den vorhandenen vergröfsert. Es ist hierzu nöthig, dafs die elektro-motorische Kraft immer bedeutend sey. Ströme von grofser Quantität sind, ebenfalls dem Sprachgebrauche gemäfs, solche, die, ungeachtet die elektro-motorische Kraft nur gering zu seyn braucht, eine namhafte Stärke besitzen, weil sich nur ein geringer Leitungswiderstand in ihnen befindet. Man sieht, wie relativ diese Bestimmungen sind. In Bezug auf die Effecte ist es völlig gleichgültig, ob sie auf eine oder die andere Weise erlangt werden. Beispiele hiervon, die Magnetisirung der Eisenstangen durch elektro-magnetische Spiralen betreffend, finden sich zahlreich in einer früheren gemeinschaftlichen Abhandlung [1]). Bei den gegenwärtigen Versuchen hatte man durch eine Batterie von 10 Plattenpaaren eben die Zersetzung erhalten, als durch 2 Plattenpaare. Wer wollte nun hieraus folgern: »also kann man durch 10 Plattenpaare nicht mehr Wasser zersetzen als durch zwei;« und dennoch stöfst man bei älteren, auch wohl bei neueren galvanischen Untersuchungen nicht selten auf ähnliche Consequenzen. Der Unterschied ist einfach der, dafs wenn man in den Strom der ersten Batterie noch einige andere Wasserzersetzungsapparate eingefügt hätte, die Zersetzung in den einzelnen Zellen nicht bedeutend verringert worden wäre; bei der Batterie von 2 Plattenpaaren aber wäre der Effect durch Hinzufügung noch eines Zersetzungsapparates vielleicht auf Null herabgesunken. Diese älteren Ansichten, und das, was daran hängt, schreiben

1) Annal. Bd. XXXXVII S. 225.

sich wohl daher, dafs man eine Batterie oder eine Erregungszelle immer als eine constante Elektricitätsquelle betrachtete, der es gleichgültig ist, was man auch damit vornehme. Es ist zu beklagen, dafs eine grofse Menge mühevoller Arbeiten gänzlich unbrauchbar ist, weil sie dieser Ansicht huldigten, und das Ohm'sche Gesetz entweder nicht kannten oder nicht berücksichtigten.

Da also die Wasserzersetzung der Ablenkung der Magnetnadel immer proportional ist, so müfste dieselbe so lange stattfindeu, als das Galvanometer eben noch afficirt wird; nach Faraday's Angabe indessen ist man nicht im Stande durch *Ein* Plattenpaar Wasser zu zersetzen, obgleich die Magnetnadel abgelenkt und Jodkalium zersetzt wird. Wäre diefs nun der Fall, obgleich Faraday's Beweis dafür keineswegs entscheidend ist, so müfste man sich wenigstens so aussprechen: »ein Strom, der die Magnetnadel nur um so und so viel Grade ablenkt, ist nicht mehr im Stande das Wasser zu zersetzen.«

Die obigen Versuche zeigen, obgleich sie nicht bis auf die äufserste Gränze geführt siud, dafs man auch nicht im Stande ist, das Wasser durch 10 Plattenpaare zu zersetzen, wenn man durch eingeschalteten Draht die Ablenkung so weit vermindert hat. Das ist nun eben Faraday's Irrthum [1]), ein auf diese Weise geschwächter Strom unterscheide sich von dem Strome eines einfachen Plattenpaares dadurch, dafs jener das Wasser zu zersetzen vermöge, dieser aber nicht. — Was es mit dem Mangel an Wasserzersetzung bei einem Plattenpaare eigentlich für eine Bewandtnifs habe, bleibt vorläufig dahingestellt. Können schwache Ströme überhaupt durch das schwefelsaure Wasser zwischen den Platinplatten hiudurchgehen, ohne dasselbe zu zersetzen, so ist kein Gruud vorhanden, warum gerade das schwefelsaure Wasser in der Erregungszelle zersetzt werden sollte; auch das letztere müfste, so gut wie das erste, diese schwachen Ströme

1) VIII Reihe S. 988. (Annalen, Bd. XXXV S. 232.)

eben nur leiten. Sonderbarer Weise scheint auch Faraday dieser Ansicht zu seyn, da er [1]) die Entstehung der Gasblasen in der Erregungszelle einer geringen selbstständigen Auflösung des amalgamirten Zinks zuschreibt. Es wäre ein experimentum crucis, zu untersuchen, ob in einer einfachen Erregungszelle, welche durch ein Volta-Elektrometer, oder durch eine äquivalente Drahtlänge geschlossen ist, Zink wirklich elektrolytisch aufgelöst wird. Uebrigens ist es bekannt, dafs es bei der Wasserzersetzung mehr noch auf die Form der Elektroden ankommt, als auf die Stärke des Stroms. Durch die Clarke'sche Maschine, welche ich besitze, erhalte ich bei Platin-Elektroden von 2 Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll Breite keine Spur von Wasserzersetzung, wogegen zwischen feinen Platinspitzen eine copiose Gasentwicklung stattfindet. Im ersteren Falle ist der Strom wahrscheinlich stärker; im zweiten Falle, wenn er auch schwächer ist, besitzt er aber eine gröfsere Dichtigkeit, wenn man einstweilen *Dichtigkeit* die Stärke des Stroms, dividirt durch seinen Querschnitt an irgend einer Stelle, nennt. Es ist möglich, dafs in diesem Falle das Ausbleiben der Gasblasen nichts mit den Phänomenen des Stroms zu thun hat; vielleicht bedürfen sie einer gewissen Gröfse, oder müssen sich mit einer gewissen Energie entwickeln, um die Viscuosität des Wassers, die Adhäsion an den Platin-Elektroden u. s. w. zu überwinden. Da bei Anwendung nur *Eines* Plattenpaares, wenn das Volta-Elektrometer sich im Kreise befindet, die Tangentenbussole um etwa 0° 2′ abgelenkt wird, so ist, mit Rücksicht auf die Formel der Tab. III (Anmerkung), der Satz, das Wasser könne leiten ohne zersetzt zu werden, identisch mit dem Satze: *man ist nicht im Stande* $0^{mm},0003$ *Wasser in einer Stunde zu zersetzen.*

---

1) VIII Reihe S. 971. (Annal. Bd. XXXV S. 224.)

Aufser den oben erwähnten Versuchen habe ich, theils allein, theils gemeinschaftlich mit Hrn. Academiker Hefs, noch andere Versuche angestellt, die mehr practisches Interesse haben, und aus denen ich hier Einiges anzuführen mir erlaube. Es war nämlich daran gelegen, nur die ungefähre Beziehung zwischen der Anzahl der Plattenpaare und der Gasentwicklung kennen zu lernen, da von einer exacten Beziehung nicht wohl die Rede seyn kann, indem die verschiedenen Plattenpaare nicht mit gleicher Stärke wirken. Die Einschaltung eines Galvanometers war hierbei nicht nöthig, da das Gesetz der Proportionalität bereits erwiesen war. Die Gasentwicklung wurde gewöhnlich 2′ lang beobachtet, ist aber in der Tab. IV für eine Stunde berechnet. Die Platin-Elektroden waren, wie vorbeschrieben, $\frac{1}{2}''$ breit und 3″ lang. Die Zahlen in den vier letzten Kolumnen enthalten die bei den vier verschiedenen Versuchsreihen enthaltenen Gasvolumina, dividirt durch die Anzahl der Plattenpaare. Die Umstände waren beinahe überall dieselben, nur dafs die Reihen I und II, so wie III und IV, hinter einander, aber in umgekehrter Ordnung angestellt wurden, nachdem jedesmal das Kupfervitriol in der Batterie erneuert worden war. Das Mittel aus den verschiedenen Beobachtungen wird daher ziemlich richtig für einen mittleren Zustand der Batterie gelten können.

Tab. IV.

Anzahl der Plattenpaare $=n$.	Kubikcentimeter Gas in einer Stunde $=G$.				$\frac{G}{n}=c$.				Mittlerer Werth von G.	Mittlerer Werth von c.
	I. Reihe.	II. Reihe.	III. Reihe.	IV. Reihe.	I. Reihe.	II. Reihe.	III. Reihe.	IV. Reihe.		
2	97	120	—	—	485	60	—	—	108	54
3	1005	1410	—	—	335	380	—	—	1207	402
4	1995	2460	1930	2475	499	615	482	619	2215	554
5	2934	3729	3020	3620	587	744	604	724	3323	665
6	3636	4470	3960	4590	606	745	660	765	4164	694
7	4155	5160	4830	5400	594	737	690	771	4886	698
8	4350	5820	5640	5745	544	728	705	718	5389	674
9	4550	6360	6270	6360	506	707	697	707	5885	654
10	5148	6840	7320	7380	515	684	732	738	6672	667
11	4920	6888	7620	7900	447	626	693	718	6832	621
12	7080	7080	7760	8132	590	590	693	678	7513	626
13	—	—	7520	8560	—	—	578	658	8040	618

Man ersieht aus diesen Versuchen, dafs das Verhältnifs der Gasentwicklung zu der Anzahl der Plattenpaare ein Maximum hat, welches im Mittel bei sieben Plattenpaaren stattfindet; doch möchte wohl dieses von den verschiedenen Zuständen der Batterie und der einzelnen Plattenpaare, so wie von der Gröfse des Platin-Elektroden abhängen. Bei der Bereitung des elektrolytischen Gases im Grofsen wird man wohl thun, nicht mehr als 4- bis 5plattige Batterien zu nehmen, und für jede ein besonderes Paar Platin-Elektroden. Das Gas kann, nach einer leicht zu treffenden Einrichtung, in einer gemeinschaftlichen Röhre zusammenkommen, und ohne es in Gasreservoirs zu sammeln, unmittelbar verbraucht werden. Es ergiebt sich nämlich aus der Tabelle, dafs in Bezug auf die Zeit der Entwicklung wenig gewonnen wird, wenn man eine mehr als 5plattige Batterie und nur einen Zersetzungsapparat anwendet; so z. B. wird durch 12 fünfplattige, oder durch 6 zehnplattige Batterien und eben so viele besondere Zersetzungszellen, genau dieselbe Gasmenge in derselben Zeit erzeugt. Die letztere Einrichtung würde aber die Auflösung einer doppelten Zinkmenge oder für jedes Atom zersetzten Wassers 10 Atome Zink erfordern. Wollte man 5 zwölfplattige Batterien nehmen, so würde man, nicht nur in ökonomischer Beziehung noch mehr, sondern auch in Bezug auf die Geschwindigkeit der Production benachtheiligt seyn. Bei Anwendung von zwei- oder dreiplattigen Batterien wäre zwar ein ökonomischer Vortheil, der aber gewifs durch den Verlust an Zeit und andere Unbequemlichkeiten compensirt wird. Vielplattige Batterien haben übrigens noch den Nachtheil, dafs der Einfluſs eines schlechteren Plattenpaares auf den Totaleffect viel bedeutender ist, wogegen derselbe nur wenig afficirt wird, wenn ein solches Plattenpaar den nachtheiligen Einfluſs nur auf die Abtheilung ausüben kann, worin sich dasselbe befindet. Ich will noch hinzufügen, dafs

mit 12 zehnplattigen Batterien und 12 besonderen Zersetzungszellen, mit Platin-Elektroden von etwa 4″ Seite, in einer Stunde etwas mehr als 3 Kubikfufs gemengte Gase erzeugt wurden. Da die Platinplatten grofs genug sind, nämlich 16 Quadratzoll halten, so wäre es wahrscheinlich vortheilhafter gewesen, für jede Zersetzungszelle 2 fünfplattige Batterien neben einander anzuordnen.

In der I. Versuchsreihe der vorigen Tabelle erhielt man mit 11 Plattenpaaren weniger Gas als mit 10. Das ist weiter nicht auffallend, wenn man annimmt, dafs das hinzugefügte 11te Plattenpaar besonders schlecht wirkte. Auffallend aber war es, dafs, als man die Tangentenbussole zugleich einschaltete, man mit 10 Plattenpaaren 2640 Kubikcent. und eine Ablenkung von 40° 51′, mit 11 Plattenpaaren dagegen 2775 Kubikcent. und 42° 13′ Ablenkung erhielt. Ohne eingeschalteten Multiplicatordraht war also die 11plattige Batterie schlechter als die 10plattige, mit eingeschaltetem Draht aber besser. Der Versuch wurde öfters wiederholt und immer mit demselben Resultate, es konnte also von einem Irrthum hier nicht die Rede seyn, um so mehr, da ähnliche Fälle mir öfters vorgekommen waren, und auch anderen Physikern nicht fremd sind. Ein solches Phänomen läfst sich nur durch die Ohm'sche Theorie genügend erklären. Nennen wir nämlich A die elektro-motorische Kraft eines Platinpaares, 1 den Leitungswiderstand der 10plattigen Batterie + dem der Zersetzungszelle, x den Leitungswiderstand des hinzugefügten 11ten Plattenpaares, und y den des Multiplicatordrahtes, so haben wir im ersten Falle $\frac{10A}{1}=5148$ und $\frac{11A}{1+x}=4920$, woraus man erhält $x=0{,}15$, im zweiten aber $\frac{10A}{1+y}=2640$ und $\frac{11A}{1{,}15+y}=2775$, was für den Leitungswiderstand des Multiplicatordrahtes $y=2{,}19$ ergiebt. Das letztere stimmt mit

mit anderen Versuchen ungefähr überein. Der Werth von $x=0{,}15$ zeigt aber, dafs der Leitungswiderstand des hinzugefügten 11ten Plattenpaares mehr wie den 7ten Theil des Leitungswiderstandes der zehnplattigen Batterie und des Zersetzungsapparates zusammengenommen betragen mufste, um das angedeutete Phänomen hervorzubringen.

Indessen mufs ich bemerken, dafs ich keineswegs der Meinung bin, wie es vielleicht den Schein haben könnte, es sey ein Leichtes, das Ohm'sche Gesetz auf die Wasserzersetzung oder andere verwandte Phänomene in aller Strenge anzuwenden. Es dient nur im Allgemeinen dazu, auf den richtigen Weg zu führen, und bei der Anordnung der Apparate sich nicht zu weit vom Maximo der Wirkung zu entfernen. Die einzelnen Constanten nämlich, und besonders die elektro-motorische Kraft und der Uebergangswiderstand, deren Natur und deren Bedingungen man noch zu wenig kennt, sind beständigen Veränderungen unterworfen, die von der Stärke des Stromes selbst abhängig zu seyn scheinen, und, wie Fechner gezeigt hat, sich gleichsam in Sprüngen äufsern, was ihre genaue Bestimmung überaus schwierig macht. Besonders aber treten diese Schwierigkeiten in noch gröfserem Maafse bei der Wasserzersetzung hervor, wo die Ladungsphänomene einen Gegenstrom erzeugen, dessen Ursprung und dessen Relation zu der Stärke des Hauptstromes völlig unbekannt sind, und der, seiner Flüchtigkeit wegen, sich wohl schwerlich je einer genauen Messung unterwerfen dürfte. Ein Blick auf die Versuche zeigt, dafs diese Reaction des Wasserzersetzungsapparates keine beständige, sondern von der Stärke der Ströme abhängige ist, und nicht so betrachtet werden kann, wie etwa der Widerstand eines metallischen Leiters. Das geht besonders noch aus folgendem Versuche hervor: Mit einer 2plattigen Batterie erhielt man, wenn das Volta-Elektrometer mit eingeschaltet war, eine Ablenkung von

0° 40′ an der Tangentenbussole; mit einer 3plattigen dagegen 7° 20′. Hierauf wurde das Volta-Elektrometer entfernt, und man beabsichtigte statt desselben eine so grofse Drahtmenge einzuschalten, dafs 2 Plattenpaare an der Tangentenbussole auch nur 0° 40′ Ablenkung bewirkten. Dieses gelang nicht vollkommen, weil eben nicht genug Draht vorhanden war, und man sah sich genöthigt bei einer Ablenkung von 1° stehen zu bleiben. Als nun hierauf wieder 3 Plattenpaare genommen wurden, erhielt man eine Ablenkung von 2° 24′. Wiederholungen dieses Versuches ergaben dasselbe Resultat. Es folgt hieraus der allerdings auffallende Satz: *dafs die Aequivalenz zwischen flüssigen und festen Leitern nicht absolut ist, sondern von der Stärke der Ströme abhängt.* Dieser Gegenstand kann für jetzt nicht weiter verfolgt werden. Man sieht, dafs die Ladungserscheinungen, die unvermeidlich auftreten, die Bestimmungen des Leitungswiderstandes von Flüssigkeiten unsicher machen; weniger ist dieses der Fall, wenn man sich, wie es Lenz bei der Bestimmung des Leitungswiderstandes des Kupfervitriols gethan hat, bei solchen Untersuchungen der magnetoelektrischen Ströme bedient, deren kurze Dauer die Ladungsströme weniger entschieden auftreten läfst. Uebrigens bemerke ich hierbei, dafs Kupfervitriol zwischen Kupferplatten denselben eine besonders starke Ladung ertheilt. Selbst wenn die Kette nur wenige Minuten geschlossen war, wird die Doppelnadel eines nicht sehr empfindlichen Multiplicators durch den Gegenstrom im Kreise herumgeschleudert.

Wir haben also an dem Volta-Elektrometer ein Instrument, das zwar die Stärke der wirklichen Ströme unter allen Umständen genau angiebt, das sich aber, weil es nicht als ein constantes Element betrachtet werden kann, das sich passiv gegen den Strom verhielte, nicht zur Bestimmung der einzelnen Factoren der Kette, der elektro-motorischen Kraft, des Leitungswiderstandes etc.

eignet. Ein ähnlicher Fall findet bei dem Metallthermometer statt, das in neuerer Zeit mitunter angewendet worden ist. Die Erwärmung der Metalle vergrößert zum Theil ihren Leitungswiderstand, zum Theil bilden sich auch dadurch thermo-magnetische Gegenströme, welche in dieser Beziehung ganz den Ladungsphänomenen gleich zu setzen sind. Das magnetische Galvanometer unterliegt diesen Uebelständen zwar nicht, dagegen kann unter Umständen, wie wir es z. B. von der Becquerel'schen Wage wissen, der Magnetismus der Stahlstäbe einen temporären Einfluss durch Vertheilung erleiden. Dieser Einfluss läßt sich indessen immer in Rechnung bringen, da er die permanente magnetische Vertheilung nicht afficirt und der Stärke der Ströme proportional ist.

Bei der practischen Benutzung des elektrolytischen Gases kommt es zur Sprache, ob die Zersetzung des Wassers noch bei einem höheren barometrischen Drucke vor sich gehen könne? Mir sind keine Erfahrungen hierüber bekannt; Hr. Prof. Muncke (Gehler's Wörterb. 4. Bd. S. 898) spricht sich dagegen aus, und hält sogar eine Beobachtung von Voigt, der bei 8 Atmosphären noch Gasentbindung wahrgenommen haben wollte, für einen Irrthum. Es waren daher einige eigene Untersuchungen in dieser Beziehung nöthig; auch war zu vermuthen, dass, wenn die Gasentbindung bei einem gewissen Drucke aufhöre, die Größe desselben in einer gewissen Relation zu der Stärke des Stromes stehen müsse. Ich bediente mich bei diesen Versuchen eines durch Quecksilber gesperrten Manometers, das auf der einen Seite durch einen hermetischen Schluss mit einer Glasröhre in Verbindung stand, die mit Schwefelsäure (1,33 spec. Gew.) gefüllt war, und in deren Boden zwei Platinplatten ($\frac{1}{2}$″ breit, $2\frac{1}{2}$″ lang) eingeschmolzen waren, welche mit einer Batterie in Verbindung gesetzt werden

konnten. Zugleich war die Tangentenbussole in den Volta'schen Kreis eingeschlossen, um daran die Stärke des Stromes zu messen. Mit zwei Plattenpaaren betrug die Ablenkung zuerst 0° 18', und war in 21' auf 0° 12' herabgesunken. Während dieser Zeit fand fortwährend eine Gasentwicklung statt, so dafs der Druck am Manometer zuletzt 1,07 Atmosphären betrug. Hierauf wurde eine Batterie von 4 Plattenpaaren genommen. Die Ablenkung betrug anfänglich 16° 26', und war nach 26' auf 17° 58' gestiegen. Das Manometer zeigte, dafs in derselben Zeit der Druck auf die Flüssigkeit bis zu 9,1 Atmosphären gestiegen war. Die folgende kleine Tabelle giebt eine Uebersicht des Ganges dieser Versuche:

Um	11h	50'	betr.	d.	Ablenk.	16°	26',	der	Druck	1,07 Atm.
-	12		-	-	-	17	22	-	-	4,14 -
-	12	2	-	-	-	17	32	-	-	5,05 -
-	12	4	-	-	-	17	38	-	-	5,7 -
-	12	7	-	-	-	17	42	-	-	6,7 -
-	12	11	-	-	-	17	52	-	-	7,6 -
-	12	16	-	-	-	17	58	-	-	9,1 -

Die Zunahme der Ablenkung ist mir hier um so auffallender, da ich sie nie so ausdauernd bemerkt habe, wenn sich ein Volta-Elektrometer in der Kette befindet, worin sich das Gas frei entwickelt, indem die Ladungsphänomene sonst in kurzer Zeit die Stärke des Stromes bis auf eine gewisse Gränze herabbringen. Einer Zunahme der Kraft der Elektromotoren dürfte diese stärkere Ablenkung, wie ich glaube, nicht zugeschrieben werden, da sich nach Entfernung des Apparates, so dafs die Kette für sich geschlossen war, die Ablenkung einige Zeit lang ziemlich constant erhielt. — Nachdem nun ein Druck von 9,1 Atmosphären im Manometer vorhanden war, wurde die Batterie von 2 Plattenpaaren wieder genommen. Die Ablenkung betrug 0° 22', und war nach 24' auf 0° 10' herabgesunken. Eine Veränderung des Quecksilberniveau's im Manometer während dieser

Zeit konnte nicht bemerkt werden. Aber dennoch war auch unter diesem Drucke, bei sehr genauer Beobachtung, ein Aufsteigen äufserst kleiner Gasblasen an den Platinplatten wahrzunehmen, das sogleich aufhörte, wenn man die Kette öffnete. Man kann daher die Behauptung aufstellen, dafs eine Wasserzersetzung noch unter einem Drucke von 9 Atmosphären möglich ist, selbst wenn der Strom nur eine solche Stärke besitzt, dafs er die Nadel nur um 0',12 ablenkt, oder nach der Formel $G=30{,}8\ tg\ a$ bei gewöhnlichem Drucke etwa 0,1 Kubikcent. Gas in 1 Minute zu entwickeln oder in der Stunde $0{,}^{gr}003$ Wasser zu zersetzen vermag. Als nun wieder 4 Plattenpaare genommen wurden, stieg der Druck bald bis auf 11,14 Atmosphären, worauf der Versuch unterbrochen wurde, weil die Construction des Apparates die Anwendung eines gröfseren Drucks nicht rathsam machte, auch keine gehörigen Vorsichtsmafsregeln ergriffen worden waren. Nehmen wir an, dafs die Ablenkung an der Bussole 18° betrug, so kann man sagen: Das Wasser läfst sich auch bei 11 Atmosphären Druck zersetzen, wenn der Strom so stark ist, dafs er bei gewöhnlichem Druck $0^{gr}{,}3$ Wasser in der Stunde zu zersetzen vermag. Dafs übrigens die verdünnte Schwefelsäure zwischen den Platinplatten eine grofse Menge Gas absorbirt hatte, geht daraus hervor, dafs die Flüssigkeit stark aufschäumte, nachdem der Apparat geöffnet worden war, um das Gas entweichen zu lassen.

Ich erlaube mir noch über eine Erfahrung zu berichten, die ich bei dieser Gelegenheit gemacht habe. Bei einem früheren Versuche waren die Platinplatten in der Röhre nicht ganz dicht eingeschmolzen gewesen. Als der Druck bis auf 4 Atmosphären gestiegen war, fing bei der einen Löthstelle die Flüssigkeit an ein wenig durchzusickern. Man wollte den Versuch deshalb nicht unterbrechen, weil dieser kleine Verlust an Flüssigkeit keinen Einfluſs auf das Resultat selbst haben konnte. Mitt-

lerweile hatte sich der obere Rand der Platinplatten von Flüssigkeit entblöfst, und er war eben sichtbar geworden, als der Apparat mit grofser Heftigkeit und unter Lichtentwicklung explodirte. Faraday's Versuche machen es wahrscheinlich, dafs die Platinplatte, an welcher Oxygen entwickelt worden war, die Entzündung des stark comprimirten Gasgemenges verursacht hatte.

Aus den Versuchen der Tabelle III, wo die elektromagnetische Wage mit eingeschaltet war, läfst sich die Correction für dieselbe auf die Weise berechnen, wie es bereits in der oben erwähnten gemeinschaftlichen Abhandlung geschehen ist. Ich füge daher diese Berechnung hinzu, einmal, weil die Richtigkeit der dort aufgestellten Correctionsformel hierdurch bestätigt wird, dann aber auch, weil später öfters Gelegenheit vorkommen wird, sich auf diese Correctionstabelle der Wage zu beziehen.

Tab V.

Beobachtete *a*.	Beob. Gew. an der Wage in Grammen.	Berechnete Gewichte in Grammen.	Differenzen.	Stärke der wirklichen Ströme in Grammen.
8° 20′	0,110	0,1100	0	0,1102
15 36	0,210	0,2085	+0,0015	0,2127
23 10	0,320	0,3177	+0,0023	0,3258
29 20	0,415	0,4151	—0,0001	0,4243
34 6	0,500	0,4978	+0,0022	0,5133
38 28	0,580	0,5814	—0,0014	0,5983
41 32	0,645	0,6458	—0,0008	0,6679
45 4	0,725	0,7273	—0,0023	0,7539
47 56	0,800	0,8005	—0,0005	0,8361
50 4	0,860	0,8600	0	0,9018
52 2	0,920	0,9193	+0,0007	0,9687

Wahrscheinlicher Fehler $=0^{gr},001$.

Die Gewichte in der dritten Kolumne sind nach der Formel berechnet $k=755{,}2\ tang\ a-29{,}5\ tang\ a^2$, wo

die Coëfficienten nach der Methode der kleinen Quadrate aus den elf Gleichungen gefunden sind. Der wahrscheinliche Fehler jeder Beobachtung ist kleiner als der mögliche Beobachtungsfehler, denn wenn auch die Empfindlichkeit der Wage viel weiter geht, so ist doch die Constanz der Ströme bei den stärkeren Gewichten bis auf $0^{gr},005$ und bei den schwächeren bis auf $0^{gr},001$ unsicher. In der fünften Kolumne sind noch die wirklichen Ströme nach der Formel berechnet:

$$k' = \frac{1}{2y}(1 \pm \sqrt{1 - 4ky}),$$

wo $\log y = 0{,}62612 - 5$. Es versteht sich, dafs nur das untere Zeichen genommen ist, weil das obere die Ströme angiebt, welche den Stahlstäben einen temporären Magnetismus ertheilen, der stärker ist als die Hälfte ihres eigenthümlichen permanenten. —

Ich kann nicht umhin, hier zu erwähnen, wie sehr ich mich bei diesen Versuchen der Unterstützung des Hrn. Beuermann, Candidaten der Dorpater Universität, zu erfreuen gehabt habe.

Nachtrag.

In dem Vorhergehenden hatte ich mich gelegentlich dahin ausgesprochen, dafs ich das von Faraday aufgestellte Gesetz: dafs in jeder Zelle der Batterie eine der Wasserzersetzung äquivalente Zinkauflösung vor sich geht, theils durch Faraday's eigene, theils durch Daniell's Versuche als völlig erwiesen ansehe. Indessen ist dieses Gesetz von so überwiegender Wichtigkeit für jede Betrachtung der Batterie in ökonomischer Beziehung, dafs ich der Aufforderung des Hrn. Academiker Hefs gern folgte, eine Bestätigung desselben in gröfserem Maafsstabe und unter complicirteren Umständen nachzusuchen. Es ist immer viel daran gelegen, die Sicherheit in der Anwendung solcher Gesetze zu vermehren und sie über

allen Zweifel zu erheben, um so eher, da *die* Ansicht, welche von der Oxydation des positiven Metalls, als der Ursache des galvanischen Stromes, ausgeht, von diesen Phänomenen keine Rechenschaft zu geben vermag.

Der schon oben erwähnte grofse Wasserzersetzungsapparat bestand aus 12 Paar Platinplatten, jede von ungefähr 15 Quadratzoll, welche in gesonderten Zellen befindlich und für diesen Versuch so angeordnet waren, dafs der Strom sie hinter einander durchlaufen mufste. Das Gas, welches in ein gemeinschaftliches Rohr zusammenströmte, wurde in eine genau 0,42 engl. Kubikfufs enthaltende Flasche über Wasser aufgefangen. Der galvanische Apparat bestand aus 3 Batterien, jede von 50 Paaren, mit wohl amalgamirten Zinkplatten von 6″ Seite; die Ladung auf der Kupferseite aus Kupfervitriol, auf der Zinkseite aus einer nicht ganz concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Kali. Die Wirkung ist zwar um Vieles schwächer als mit Schwefelsäure von fünffacher Verdünnung, wie sie sonst genommen wurde, da es aber bei diesem Versuche nicht auf die Geschwindigkeit der Entwicklung ankommt, so wurde diese Flüssigkeit vorgezogen, weil hierbei keine selbstständige Auflösung des Zinks stattfindet. Die 3 Batterien waren mit einander so combinirt, dafs alle drei Zink- und Kupferpole vereinigt mit den beiden Endplatten des Wasserzersetzungsapparates verbunden werden konnten. Es ist dasselbe, als hätte man eine Batterie von 50 Plattenpaaren mit dreifacher Oberfläche. Die 150 Zinkplatten waren vor dem Versuche genau gewogen; ihr Gewicht betrug 225 Pfund 67,5 Solotnik. In etwa 7 Stunden, mit einigen Unterbrechungen, waren 3,39 engl. Kubikf., oder nach dem mittleren Barometerstande corrigirt, 3,42 Kubikf. gemengte Gase entwickelt worden. Das Gewicht eines Kubikf. Oxygen beträgt 9,5069 Solotnik, das eines Kubikf. Hydrogen 0,5932 Solotnik. Die entwickelten 3,42 Kubikf. Gas

wiegen daher 12,19 Solotnik, oder sind aus der Zersetzung einer gleichen Quantität Wasser entstanden.

Setzt man das Atomgewicht des Wassers, nach Faraday, =9 und das des Zinks =32,5, so hat man:

$$9 : 32{,}5 = 12{,}19 : 44{,}02,$$

so dafs das Aequivalent des entwickelten Gases =44,02 Solotnik Zink. Nach dem Versuche ergab sich das Gewicht der Zinkplatten, welche sorgfältig abgespült und getrocknet worden waren, zu 223 Pfund 70 Solotnik; es waren daher im Ganzen 1 Pfund 93 Solotnik oder 189,5 Solotnik Zink aufgelöst worden. Da 50 Plattenpaare und 12 Zersetzungsapparate hinter einander zur Kette verbunden waren, so mufsten, nach dem Faraday'schen Gesetze, für 12 Atome Wasser 50 Atome Zink, oder für jedes Atom Wasser $4\frac{1}{6}$ Atom Zink, im Ganzen also 183,4 Solotnik Zink aufgelöst werden, was von der wirklich aufgelösten Zinkmenge nur um 6,1 Solotnik differirt. Dieser Unterschied ist so unbedeutend, dafs er ohne Anstand theils zufälligen Umständen, theils einer Absorption der Gase durch das Wasser zugeschrieben werden darf. Ich will noch bemerken, dafs die Mehrauflösung des Zinks hier 3,2 Procent betrug; bei einem Versuche von Daniell (*Annals of Electricity, Vol. I p.* 98) betrug dieselbe aber bei 933 Gran 72 Gran oder 7,7 Procent. Das günstigere Resultat unserer Versuche ist wahrscheinlich der gröfseren Sorgfalt zuzuschreiben, welche hier auf die Construction und Manipulation der Batterien verwendet wird.

III. *Bemerkung für barometrische Höhenmessungen; von G. Galle.*

Der Höhenunterschied zwischen St. Petersburg und Katharinenburg ergiebt sich aus den in Kupffer's *Observations météorologiques* für 1836 gegebenen mittleren Barometerständen der einzelnen Monate, wie folgt:

1836.	Barom. St. Petersb	Barom. Kathar.	Temp. St. Petrsb.	Temp. Kathar.	Diff. d. Temp.	Höhendifferenz.
Jan.	334L,914	327L,123	— 7°,8	—10°,3	+2°,5	91T,96
Febr.	334 ,194	328 ,124	— 4 ,6	—10 ,8	+6 ,2	72 ,16
März	333 ,754	327 ,314	+ 1 ,2	— 1 ,1	+2 ,3	79 ,78
April	338 ,708	330 ,456	+ 4 ,8	+ 4 ,1	+0 ,7	103 ,19
Mai	337 ,404	324 ,477	+ 5 ,6	+ 7 ,0	—1 ,4	164 ,63
Juni	335 ,849	324 ,769	+10 ,6	+12 ,2	—1 ,6	145 ,11
Juli	335 ,218	324 ,296	+12 ,2	+13 ,6	—1 ,4	144 ,26
Aug.	334 ,971	325 ,445	+11 ,2	+12 ,5	—1 ,3	125 ,05
Sept.	336 ,210	326 ,369	+ 7 ,5	+ 8 ,0	—0 ,5	126 ,26
Oct.	336 ,052	327 ,066	+ 5 ,8	+ 2 ,1	+3 ,7	113 ,09
Nov.	336 ,818	328 ,868	— 1 ,4	— 4 ,9	+3 ,5	96 ,22
Dec.	334 ,971	327 ,224	— 4 ,3	—10 ,8	+6 ,5	92 ,14

wo die zweite und dritte Kolumne die mittleren Barometerstände, in Pariser Linien verwandelt, und für $13\frac{1}{3}$° R., enthält, die vierte und fünfte Kolumne die gleichzeitigen mittleren Temperaturen der Luft nach R., die sechste die Differenz dieser Temperaturen, die siebente die Höhendifferenz in Toisen, mit Berücksichtigung der Lufttemperaturen der einzelnen Monate und der Polhöhen-Correction. Man sieht aus der Vergleichung der letzten beiden Kolumnen, dafs die berechnete Höhendifferenz sehr regelmäfsig mit der Temperaturdifferenz wächst

und wieder abnimmt; durchschnittlich findet sich nämlich:

Temperatur-Differenz.	Kathar. über St. Petersburg.
—2° bis 0°	141T,06
0 - 2	103 ,19
2 - 4	95 ,26
6 - 7	82 ,15

und es ist im Winter der höhere Ort (Katharinenburg) beträchtlich kälter als der tiefere (St. Petersburg); unbedeutender und entgegengesetzt ist der Unterschied im Sommer.

Genau dasselbe Resultat findet Lenz, *Bullet. Scient. p.* 3, für das Asov'sche und Caspische Meer, nämlich:

Temperatur-Differenz.	As. über Casp. M.
0° bis 5°	174F,8
5 - 10	114 ,9
10 - 15	18 ,7
15 - 20	— 63 ,4

und es ist wiederum im Winter der höhere Ort (das Asov'sche Meer) viel kälter als der tiefere (das Caspische Meer), im Mittel aus 13 Tagen des Januars um 13°; also ohne Verhältnifs zu dem Breitenunterschiede wie dem Höhenunterschiede.

Die wahrscheinlichste Ursache dieser starken Anomalieen dürfte in beiden Fällen in der mittleren Windesrichtung, verbunden mit der Lage der Beobachtungsorte am Meere, zu suchen seyn. Wenigstens zeigt sich bei der Bestimmung der Höhendifferenz zwischen Katharinenburg und Kasan (v. Humboldt, Ehrenberg und Rose, Reise nach Asien, Th. I S. 277) nichts Anomales dieser Art; denn es ist durchschnittlich:

Temperatur-Differenz.	Kathar. über Kasan.
0° bis 1°	87T,9
1 - 2	107 ,2
2 - 3	100 ,7
3 - 4	106 ,9
4 - 5	107 ,5

woraus sich nichts schliefsen läfst. — Der mittlere Höhenunterschied zwischen den Barometern in St. Petersburg und Katharinenburg aus den oben angeführten zwölfmonatlichen Beobachtungen ist 112T,82. Die in Hrn. von Humboldt's Reise gegebene Höhe von Katharinenburg über der Meeresfläche von 126T,2 (S. 277 und S. 640) gründet sich mittelst fünfmonatlicher correspondirender Beobachtungen zu Katharinenburg und Kasan im Jahre 1829 (S. 277) auf die S. 639 gegebeue Höhe des Wolgaspiegels bei Kasan von 8T,9, welche letztere wiederum gefunden worden ist durch Vergleichung des Mittels aus 6jährigen Kasaner Beobachtungen von Simonoff mit dem mittleren Barometerstande an der Ostsee bei Königsberg und Danzig.

IV. *Ueber die Harze; von Heinrich Rose.*

Krystallisirtes Harz aus Elemi.

Bei einer früheren Untersuchung des krystallinischen Harzes aus dem Elemi erhielt ich in drei Analysen nicht vollkommen übereinstimmende Resultate; hinsichtlich des Kohlegehaltes gaben sie einen Unterschied von einem Procent [1]). Ich erhielt nämlich:

	I.	II.	III.
Kohle	83,25	82,85	82,29
Wasserstoff	11,34	11,24	11,11
Sauerstoff	5,41	5,91	6,60
	100,00	100,00	100,00.

Es war schon seit längerer Zeit meine Absicht, die Analyse dieses Harzes zu wiederholen, um den Grund der Abweichungen in der Zusammensetzung aufzufinden. Hr. Hefs fand bei einer Untersuchung des krystallinischen Harzes aus dem Elemi mehr Kohle, als ich [2]). In zwei Analysen erhielt derselbe:

	I.	II.
Kohle	85,36	85,06
Wasserstoff	11,51	11,54
Sauerstoff	3,13	3,40
	100,00	100,00.

Hieraus leitet er die Formel $40C + 66H + O$ ab, deren berechnetes Resultat im Hundert folgendes ist:

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIII S. 51.

2) Ebendaselbst, Bd. XXXXVI S. 320.

Kohle	85,66
Wasserstoff	11,53
Sauerstoff	2,81
	100,00.

Aus Gründen, die aus dem Folgenden sich ergeben werden, habe ich eine grofse Menge von Untersuchungen über das krystallinische Elemiharz angestellt. Ich werde die Resultate derselben indessen nicht ganz nach der Folge, wie ich sie erhalten habe, hier mittheilen.

Ich untersuchte zuerst das krystallinische Harz, das unaufgelöst zurückbleibt, als das Elemi mit kaltem Alkohol behandelt worden war; es wurde darauf durch zweimaliges Auflösen in heifsem Alkohol und durch's Erkalten der Auflösung gereinigt erhalten. Wegen der schwierigen Verbrennung desselben geschah dieselbe nicht vermittelst Kupferoxyds, sondern, nach Liebig's Vorschlag, vermittelst chromsauren Bleioxyds.

0,283 Grm. des Harzes gaben 0,8725 Grm. Kohlensäure und 0,2985 Grm. Wasser.

0,2795 Grm. gaben 0,859 Grm. Kohlensäure und 0,2885 Grm. Wasser.

Diefs entspricht folgender Zusammensetzung:

	I.	II.
Kohle	85,25	84,98
Wasserstoff	11,72	11,47
Sauerstoff	3,03	3,55
	100,00	100,00.

Eine andere Menge von demselben Harze wurde vermittelst Kupferoxyds verbrannt, während ein Strom von trocknem Sauerstoffgas über das erhitzte Gemenge geleitet wurde. Aus 0,392 Grm. des Harzes erhielt ich auf diese Weise 1,2065 Grm. Kohlensäure und 0,416 Grm. Wasser. Diefs giebt folgende Zusammensetzung im Hundert:

Kohle	85,11
Wasserstoff	11,79
Sauerstoff	3,10
	100,00.

Das untersuchte Harz zeigte sich indessen bei einer mikroskopischen Untersuchung nicht ganz rein und gleichartig. Man konnte deutlich, aufser den ausgezeichneten Krystallen und Krystallbündeln, rothe durchscheinende Körperchen darin wahrnehmen, welche indessen durch nochmaliges Auflösen des Harzes in kochendem Alkohol und durch Krystallisation der heifsen Auflösung vollständig verschwanden. Auch wenu aus der erkalteten Auflösung das darin aufgelöst gebliebene Harz durch Abdampfung des Alkohols bis zu einem geringeren Volumen und Erkältung dieser concentrirten Auflösung erhalten wurde, zeigte sich dasselbe unter dem Mikroskope vollständig rein von jenen rothen Körpern und aus reinen Krystallen betehend.

Krystallinisches reines Harz, durch Auflösung des unreineren Harzes in Alkohol und Abdampfung des gröfsten Theils des Alkohols erhalten, gab, vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas analysirt, folgende Resultate:

0,3515 Grm. gaben 1,086 Grm. Kohlensäure und 0,375 Grm. Wasser.

0,4195 Grm. gaben 1,2995 Grm. Kohlensäure und 0,449 Grm. Wasser.

Diefs entspricht folgender Zusammensetzung:

	I.	II.
Kohle	85,43	85,65
Wasserstoff	11,85	11,89
Sauerstoff	2,72	2,46
	100,00	100,00.

Von einem reinen krystallinischen äufserst voluminösen Harze, zu einer anderen Zeit durch eine ähnliche

Behandlung erhalten, gaben 0,2865 Grm., vermittelst Behandlung mit Kupferoxyd und Sauerstoffgas, 0,887 Grm. Kohlensäure und 0,305 Wasser. Diefs entspricht folgender Zusammensetzung:

Kohle	85,61
Wasserstoff	11,83
Sauerstoff	2,56
	100,00.

Von einem reinen krystallisirten Harze, welches sich freiwillig durch Erkalten einer heifsen alkoholischen Auflösung ausgeschieden hatte, gaben 0,3065 Grm. 0,951 Grm. Kohlensäure und 0,3305 Wasser. Diefs giebt im Hundert:

Kohle	85,79
Wasserstoff	11,98
Sauerstoff	2,23
	100,00.

Ein reines Harz, das unter dem Mikroskop sich als aus reinen Krystallen bestehend erwies, gab bei der Verbrennung vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas folgende Resultate: 0,3205 Grm. (sehr lange im Wasserbade erhitzt, wodurch sie indessen nicht am Gewicht abnahmen) gaben 0,990 Grm. Kohlensäure und 0,3395 Grm. Wasser, oder im Hundert:

Kohle	85,41
Wasserstoff	11,77
Sauerstoff	2,82
	100,00.

Eine alkoholische Auflösung des Harzes wurde mit vielem Wasser vermischt. Der entstandene dicke Niederschlag, der langsam trocknete, zeigte sich unter dem Mikroskop als aus Krystallen bestehend, in denen nichts Fremdartiges entdeckt werden konnte. 0,4555 Grm. davon, lange im Wasserbade getrocknet, gaben bei einer Un-

Untersuchung vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas 1,394 Grm. Kohlensäure und 0,4765 Grm. Wasser. Diefs giebt folgende Zusammensetzung:

Kohle	84,62
Wasserstoff	11,62
Sauerstoff	3,76
	100,00.

Reines krystallisirtes Harz wurde in Aether in der Kälte aufgelöst, die ätherische Auflösung über Schwefelsäure bei der gewöhnlichen Temperatur und dem gewöhnlichen Luftdruck abgedampft. Der erhaltene Rückstand bestand bei der mikroskopischen Besichtigung aus Krystallen und krystallinischen Massen. Im Wasserbade lange getrocknet, nahmen sie nicht an Gewicht ab, wenn der Aether vorher vollständig sich davon verflüchtigt hatte. 0,316 Grm., vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas verbrannt, gaben 0,9645 Grm. Kohlensäure und 0,328 Grm. Wasser. Diefs entspricht folgender Zusammensetzung im Hundert:

Kohle	84,40
Wasserstoff	11,53
Sauerstoff	4,07
	100,00.

Das Resultat der beiden letzten Analysen weicht etwas von dem der andern, früher erwähnten ab. Die Ursach dieser Abweichung wird sich aus dem Folgenden ergeben.

Die Resultate der übrigen Analysen stimmen mit der Zusammensetzung, welche Hefs für das krystallisirte Harz gegeben hat, fast überein. Ich habe indessen immer etwas Wasserstoff mehr erhalten, als er, so dafs die aus der Formel $40C+68H+O$ berechnete Zusammensetzung mehr mit den von mir angestellten Analysen übereinstimmt, als die aus der Formel $40C+66H+O$

abgeleitete Zusammensetzung. Eine Vergleichung beider kann das leicht deutlich machen:

40 C =	85,66	40 C	85,36
66 H =	11,53	68 H	11,85
O =	2,81	O	2,79
	100,00		100,00.

Man könnte vielleicht den Ueberschufs des Wasserstoffs aus einer kleinen Menge von Feuchtigkeit, die bekanntlich schwer zu vermeiden ist, in dem von mir angewandten Kupferoxyd herleiten. Ich habe indessen alle Vorsicht getroffen, um diese zu verhüten.

Dahingegen ist es leicht möglich, dafs bei den Analysen, bei welchen das Harz vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas verbrannt wurde, ein kleiner Fehler im Kohlegehalt entstehen kann. Denn bei diesen Untersuchungen, freilich erst, als ich sie beinahe geendet hatte, wurde ich auf einen Umstand aufmerksam, durch welchen bei denselben der Kohlegehalt etwas höher ausfallen kann.

Es ist nicht zu läugnen, dafs, wenn man diese Methode bei solchen organischen Körpern anwendet, welche wenig oder gar keinen Sauerstoff enthalten, bei erhöhter Temperatur leicht flüchtige Producte bilden, und bei deren Verbrennung daher, wenn sie blofs vermittelst Kupferoxyds geschieht, bisweilen etwas flüchtiger, nicht vollständig oxydirter Dampf sich entwickelt, sie vortrefflich glückt.

Es ist dabei nothwendig, dafs man den bekannten Liebig'schen Apparat, welcher die Kaliauflösung zur Absorption der Kohlensäure enthält, mit einer kleinen gewogenen Röhre, welche Stücke von Kalihydrat enthält, verbindet. Die entwickelte Kohlensäure wird zwar vollständig durch die Kalilösung absorbirt, aber das durch

dieselbe strömende, ganz trockene Sauerstoffgas nimmt aus derselben Wasserdampf auf. Das Gewicht der Kaliröhre vermehrt sich durch den Versuch, und zwar nicht ganz unbedeutend, oft um 0,005 Grm., bisweilen, aber seltener, auch wohl bis um 0,008 Grm. Ist die Gewichtsvermehrung gröfser, so hat vielleicht durch Unvorsichtigkeit ein Sprützen der Kalilösung in dem zu sehr angefüllten Apparate stattgefunden; oder wenn dieselbe bei mehreren Analysen angewandt worden, und zu viel kohlensaures Kali enthielt, so kann auch etwas nicht absorbirte Kohlensäure die Ursache dieser Gewichtsvermehrung seyn.

Es ist nicht unzweckmäfsig, diese kleine Kaliröhre auch anzuwenden, wenn die Analyse genau nach der Liebig'schen Methode ausgeführt wird, wie diefs auch schon Berzelius bemerkt hat. Durch das Durchstreichen der atmosphärischen Luft am Ende des Versuchs vermehrt sich das Gewicht der Röhre ebenfalls, doch weit unbedeutender, als bei Anwendung von Sauerstoffgas. Die Gewichtsvermehrung beträgt gewöhnlich zwischen 0,001 Grm. bis 0,0025 Grm., bisweilen aber auch nur 0,0005 Grm.; sowohl bei Anwendung von Kupferoxyd, als auch von chromsaurem Bleioxyd.

Wendet man nun bei der Verbrennung einer organischen Substanz Kupferoxyd an, während man einen Strom von trocknem Sauerstoffgas über das Gemenge leitet, so wird das Resultat der Analyse aus dem Grunde nicht ganz vollkommen genau, weil eine concentrirte Kalilösung eine gröfsere Absorptionsfähigkeit für Sauerstoffgas, als für atmosphärische Luft hat. Wiederholt angestellte Versuche haben mir gezeigt, dafs wenn durch einen Apparat, in welchem man eine organische Substanz vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas zu analysiren pflegt, man statt letzteres atmosphärische Luft strömen liefs, und keine organische Substanz anwandte, das Gewicht der Kalilösung zwar sich etwas verminderte, aber

nur um so viel, als das der kleinen Kaliröhre sich vermehrte. Das Resultat war das nämliche, wenn während des Versuchs die Röhre mit Kupferoxyd unerwärmt gelassen, oder bis zum Glühen gebracht wurde. Die Gewichtsdifferenz, wenn sie in einigen Fällen stattfand, war so unbedeutend, dafs sie mit vielem Rechte nur Wägungsfehlern zugeschrieben werden konnte; denn sie betrug gewöhnlich nur 0,0005 bis 0,001 Grm. — Die atmosphärische Luft war zu diesen Versuchen durch Kalihydrat von aller Kohlensäure gereinigt worden.

Dieses Resultat bezieht sich indessen nur auf eine Kalilösung, die längere Zeit beim nicht völligen Ausschlufs der atmosphärischen Luft aufbewahrt worden, und daher mit derselben gesättigt war. Wendet man eine frisch bereitete oder eine verdünnte Lösung an, die kurz vor dem Versuch durch Abdampfen concentrirt worden ist, so vermehrt sich das gemeinschaftliche Gewicht der Kalilösung und der Kaliröhre, obgleich nicht sehr bedeutend. Wiederholt man indessen den Versuch, und läfst zum zweiten Male durch dieselbe Kalilösung atmosphärische Luft streichen, so findet keine Gewichtsvermehrung statt.

Anders verhält sich reines Sauerstoffgas. Wird dieses unter denselben Umständen statt der atmosphärischen Luft angewendet, so findet nicht nur eine Gewichtszunahme der Kaliröhre, sondern besonders auch der Kalilösung statt, und diese Gewichtsvermehrung ist nicht ganz unbedeutend. Sie beträgt gewöhnlich 0,005 Grm.; ich habe indessen gefunden, dafs sie bisweilen, doch selten, nahe 0,01 Grm. betragen kann, was wohl von der gröfseren oder geringeren Concentration der Auflösung abhängt.

Wägt man die Kalilösung in dem Liebig'schen Apparate, nachdem sie bei der Analyse einer organischen Substanz, bei welcher Sauerstoffgas angewandt wurde, gedient hat, zum zweiten Male nach 24 Stunden, so hat

sich das Gewicht derselben vermindert, und zwar gewöhnlich um 0,005 Grm. Nach 48 Stunden hat gewöhnlich das Gewicht derselben noch um einige Milligramme abgenommen.

Es ist leicht möglich, dafs die Analysen organischer Substanzen, bei welchen man Kupferoxyd und Sauerstoffgas angewendet hat, ganz richtig seyn können, wenn man bei dem Liebig'schen Apparate zur Absorption der Kohlensäure keine Kaliröhre anbringt. Der Verlust, welchen die Kalilösung erleiden kann, wenn trocknes Sauerstoffgas durch dasselbe geleitet wird, kann durch die Gewichtszunahme compensirt werden, welche durch Absorption von Sauerstoff entsteht. Es kann diefs namentlich bei den Analysen des Hrn. Hefs stattgefunden haben, der bei dem von ihm beschriebenen Apparate zur Analyse organischer Substanzen die kleine Kaliröhre nicht anwendet [1]).

Da indessen bei genauen Analysen die Resultate so wenig wie möglich vom Zufall abhängig seyn müssen, so ist es am besten die Anwendung des Sauerstoffgases zu vermeiden, wenn man nicht dasselbe aus der Kalilösung, nach Beendigung des Versuchs, durch einen Strom von atmosphärischer Luft austreiben will. Enthalten die organischen Substanzen sehr wenig oder keinen Sauerstoff, geben sie bei erhöhter Temperatur leicht flüchtige Producte, oder sind sie sehr schwer zu verbrennen, so thut man wohl am besten, sich, nach Liebig's Vorschlag, des chromsauren Bleioxyds statt des Kupferoxyds zu bedienen, wodurch man, wie es mir scheint, wenn man dabei die von Liebig beschriebene Methode befolgt, die genausten Resultate erhält. Denn bei Anwendung des chromsauren Bleioxyds entwickelt sich nur wenig Sauerstoffgas, und da zuletzt ein Strom von atmosphärischer Luft durch den Apparat geleitet wird, so wird durch dieselbe der etwa absorbirt gewesene Sauerstoff

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVI S. 179.

ausgetrieben. — Leider stehen der allgemeinen Anwendung des chromsauren Bleioxyds die Umstände entgegen, dafs die Bereitung desselben wegen des Auswaschens, auch wenn dasselbe nicht vollständig geschieht, langwierig ist, und dafs man es nicht so oft von Neuem wieder zu Analysen anwenden kann, wie das Kupferoxyd, das gemeinschaftlich mit einem Strome von Sauerstoffgas angewandt worden ist.

Der Umstand, dafs man bei den Analysen organischer Körper keine Rücksicht auf die Absorptionsfähigkeit einer Kalilösung für atmosphärische Luft und Sauerstoffgas genommen hat, kann, wie ich glaube, wohl zum Theil die Abweichungen in den Resultaten der Analysen erklären, welche anerkannt geschickte Chemiker bei viel Kohle enthaltenden Körpern erhalten haben, wie z. B. beim Naphthalin, worauf Berzelius aufmerksam gemacht hat [1]).

Ich habe bei der Anführung der Resultate der verschiedenen Analysen des Elemiharzes absichtlich die fortgelassen, welche von denselben sehr abweichen. Aber ich erhielt gleich im Anfange dieser Untersuchungen so wenig übereinstimmende Resultate bei Untersuchungen von einer und derselben Menge des Harzes, dafs es vieler Analysen bedurfte, um die Ursache dieser Differenzen aufzufinden.

Elemiharz, durch mehrmalige Auflösung in Alkohol gereinigt, und zuletzt durch Abdampfung eines Theils des Alkohols erhalten, wurde im feuchten Zustand an einem warmen Orte getrocknet, dessen Temperatur die des kochenden Wassers nicht erreichte. Das Volumen des erhaltenen Harzes war ziemlich beträchtlich. Zwei Mengen davon, beide vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas zersetzt, gaben folgende Resultate:

1) Poggendorff's Annalen, Bd XXXXVII S. 200.

I. 0,393 Grm. gaben 1,211 Grm. Kohlensäure und 0,418 Grm. Wasser.

II. 0,405 Grm. gaben 1,083 Grm. Kohlensäure und 0,4255 Grm. Wasser.

Diefs entspricht folgenden Zusammensetzungen:

	I.	II.
Kohle	85,20	73,94
Wasserstoff	11,81	11,67
Sauerstoff	2,99	14,39
	100,00	100,00.

Eben so auffallend waren die Resultate von zwei Analysen einer und derselben Menge von Harz, das sich durch Erkalten einer heifsen alkoholischen Auflösung gefällt hatte, und im feuchten Zustande gemeinschaftlich an demselben Orte mit dem Harz getrocknet worden war, dessen Zusammensetzung so eben angegeben wurde.

I. 0,247 Grm. des Harzes gaben 0,7195 Grm. Kohlensäure und 0,2545 Grm. Wasser.

II. 0,2145 Grm. gaben 0,564 Grm. Kohlensäure und 0,223 Grm. Wasser. Diefs giebt im Hundert:

	I.	II.
Kohle	80,55	72,75
Wasserstoff	11,45	11,55
Sauerstoff	8,00	15,70
	100,00	100,00.

Diese bedeutenden Abweichungen im Kohlegehalt bei einer und derselben Menge von Harz müssen sehr auffallend erscheinen. — Alles untersuchte Harz war übrigens unmittelbar vor der Untersuchung im Wasserbade lange bei der Temperatur des kochenden Wassers getrocknet worden, wobei es übrigens nicht am Gewicht verlor.

Vergleicht man die Resultate dieser Analysen mit der berechneten Zusammensetzung, wie sie aus den oben

gegebenen Formeln abgeleitet wird, so wird man sehen, dafs erstere, bei welchen der procentische Kohlegehalt so bedeutend geringer ist, von letzterer darin verschieden sind, dafs sie Wasserstoff und Sauerstoff, in dem Verhältnifs um Wasser zu bilden, mehr als diefs enthalten. Das Harz hat also Wasser oder die Bestandtheile desselben aus dem Alkohol aufgenommen und dasselbe so fest gebunden, dafs es, lange Zeit der Temperatur des kochenden Wassers ausgesetzt, dasselbe nicht entweichen läfst.

Bei den Analysen von der einen Menge des Harzes erhielt ich bei der einen ein Resultat, welches fast ganz mit dem übereinstimmt, das ich durch andere Analysen erhalten hatte, bei der andern hingegen eine bedeutend geringere Menge von Kohle. Vergleicht man das Resultat dieser Analyse mit dem der oben angeführten Formeln, so findet man, dafs, nach den Formeln $40C+66H+O$ und $40C+68H+O$, zu dem Kohlenstoff folgende Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff gehören:

Kohle	73,94	73,94
Wasserstoff	9,95	10,26
Sauerstoff	2,43	2,42
	86,32	86,62.

In dem einen Falle hat die Analyse 1,72 Th. Wasserstoff und 11,96 Th. Sauerstoff; in dem andern 1,41 Th. des ersteren und 11,97 des letzteren mehr gegeben. Dieses Verhältnifs nähert sich dem im Wasser, denn 11,96 oder 11,97 Th. Sauerstoff nehmen 1,49 Th. Wasserstoff auf, um Wasser zu bilden, was mit dem Resultate übereinstimmt, das sich aus der Formel $40C+68H+O$ ergiebt.

Vergleicht man das Resultat der folgenden Analyse mit dem der Formeln, so findet man, dafs zu dem Koh-

legehalt in der gefundenen Zusammensetzung folgende Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff gehören:

	Nach 40C+66H+O.	Nach 40C+68H+O.
Kohle	80,55	80,55
Wasserstoff	10,84	11,18
Sauerstoff	2,64	2,63
	94,03	94,36.

Der Ueberschufs an Wasserstoff und Sauerstoff ist in dem einen Falle 0,61H und 5,36O, in dem andern 0,27H und 5,37O. Es ist schwer aus dem Resultat dieser Analyse einen Schlufs zu ziehen, da die Menge des überschüssigen Wasserstoffs zu unbeträchtlich ist, und je nachdem man die Zusammensetzung nach der einen oder nach der andern Formel als die richtige annimmt, zu verschieden ausfällt. Indessen 5,36 oder 5,37 Th. Sauerstoff erfordern 0,67 Th. Wasserstoff, um Wasser zu bilden, was mit den Resultaten der Formel

40C+66H+O

besser als mit den der andern übereinstimmt.

Das Resultat der letzten der oben angeführten Analysen giebt, mit den erwähnten Formeln verglichen, folgende Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff zu dem gefundenen Kohlengehalte:

	Nach 40C+66H+O.	Nach 40C+68H+O.
Kohle	72,75	72,75
Wasserstoff	9,79	10,10
Sauerstoff	2,39	2,38
	84,93	85,23.

Der Ueberschufs an Wasserstoff und Sauerstoff, wie ihn die Analyse gegeben hat, ist in dem einen Falle 1,76H und 13,31O, in dem andern 1,45H und 13,32O. 13,31 und 13,32 Th. Sauerstoff nehmen 1,66 Th. Wasserstoff auf, um Wasser zu bilden, was gerade das Mit-

tel von dem Ueberschufs des Wasserstoffs ist, wie es aus den beiden Formeln abgeleitet werden kann.

Ich habe viele Versuche angestellt, um das krystallisirte Elemiharz in das mit einem geringeren Kohlegehalt zu verwandeln, oder vielmehr dasselbe mit Wasser zu verbinden. Diefs gelang mir auf zweierlei Weise, doch nicht mit demselben Erfolge.

Wenn ich krystallisirtes Elemiharz, in welchem ich durch das Mikroskop nichts anderes, als deutliche Krystalle entdecken konnte, in so viel Alkohol heifs auflöste, dafs durch's Erkalten der Auflösung keine Krystalle sich abscheiden konnten, die heifse Auflösung über Schwefelsäure unter die Luftpumpe setzte, und so schnell wie möglich die Auflösung durch ein rasches und anhaltendes Auspumpen abdampfte, so erhielt ich eine abgedampfte Masse, welche nur, wie das Mikroskop zeigte, zum Theil aus Krystallen bestand, zum Theil aber aus glasartigen Massen, von welchen man mit Bestimmtheit behaupten konnte, dafs ihnen alle krystallinische Structur mangelt. Das Verhältnifs zwischen den krystallinischen und den nicht krystallinischen Theilen war in der abgedampften Masse sehr verschieden. Was sich zuerst an die Wände des Gefäfses beim Abdampfen abgesetzt hatte, war gröfstentheils glasartig; was hingegen zuletzt beim Abdampfen des letzten Theils der Auflösung sich am Boden des Gefäfses ausschied, war meistentheils krystallinisch. Es war indessen unmöglich, die glasartigen von den krystallinischen Massen zu trennen.

Bei Wiederholung dieses Versuchs erhielt ich immer die nämlichen Resultate, krystallinische und glasartige Massen, aber immer in sehr verschiedenen Verhältnissen. Diese Verschiedenheiten rühren wohl von der gröfseren oder geringeren Verdünnung der Auflösung, so wie von dem schnelleren oder langsameren Abdampfen unter der Luftpumpe oder von anderen Umständen her.

Das auf diese Weise dargestellte Harz, ein Gemenge

von glasartigen und krystallinischen Theilen, verlor, im Wasserbade erhitzt, einige Procent am Gewicht; aber dieser Gewichtsverlust war bei den, zu verschiedenen Zeiten dargestellten Quantitäten verschieden, eine Folge des verschiedenen Verhältnisses der glasartigen und krystallinischen Theile. — Der Gewichtsverlust blieb übrigens derselbe, wenn auch ferner noch die Substanz lange im Wasserbade erhitzt wurde.

Zur Analyse wurden, da die verschiedenartigen Theile nur durch mikroskopische Besichtigung von einander unterschieden, nicht von einander mechanisch getrennt werden konnten, Mengungen von beiden angewandt, wie sie durch Behandlung unter der Luftpumpe erhalten worden waren. Die Resultate der Analyse waren zum Theil höchst unerwartet.

0,3595 Grm., im Wasserbade längere Zeit erhitzt, bis sie nicht mehr am Gewicht abnahmen, verloren 0,095 Grm. Die erhaltenen 0,35 Grm. gaben bei der Verbrennung vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas 0,514 Grm. Kohlensäure und 0,3705 Grm. Wasser. Diefs giebt folgendes auffallendes Resultat im Hundert:

Kohle	40,61
Wasserstoff	11,76
Sauerstoff	47,63
	100,00.

Aber mit 40,61 Th. Kohle verbinden sich nach den oben angeführten Formeln folgende Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff.

	Nach $40C+66H+O$.	Nach $40C+68H+O$.
Kohle	40,61	40,61
Wasserstoff	5,47	5,64
Sauerstoff	1,33	1,33
	47,41	47,58.

Der Ueberschufs an Wasserstoff und Sauerstoff ist

in dem einen Falle 6,29 H und 46,30 O, im andern 6,12 H und 46,30 O. — 46,30 Th. Sauerstoff erfordern 5,79 Th. Wasserstoff, um Wasser zu bilden, was freilich um 0,50 und um 0,33 Wasserstoff vom gefundenen abweicht, mehr aber mit dem Resultat, nach der letzten Formel berechnet, übereinstimmt, als mit dem nach der ersten.

Die Resultate anderer Versuche sind folgende: 0,3235 Grm. Harz, auf die oben erwähnte Weise erhalten, und bei der mikroskopischen Untersuchung als ein Gemenge von glasartigen und krystallinischen Massen befunden, verloren, im Wasserbade anhaltend erhitzt, 0,095 Grm. Die erhaltenen 0,314 Grm. gaben bei der Verbrennung mit Sauerstoffgas und Kupferoxyd 0,628 Grm. Kohlensäure, 55,30 Procent Kohle entsprechend. Die Bestimmung des Wasserstoffgehaltes verunglückte.

0,320 Grm. von derselben Bereitung verloren, im Wasserbade erhitzt, 0,010 Grm., und wogen 0,310 Grm. Diese, vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas oxydirt, gaben 0,8625 Grm. Kohlensäure und 0,3275 Grm. Wasser. Diefs giebt folgende Zusammensetzung im Hundert:

Kohle	76,93
Wasserstoff	11,73
Sauerstoff	11,34
	100,00.

Aus den Resultaten der beiden angeführten Analysen, von denen die eine 55,30, die andere 76,93 Proc. Kohle gegeben hat, ersieht man, in welchem verschiedenen Verhältnisse die glasartige und die krystallinische Substanz in derselben Masse gemengt seyn kann.

Berechnet man nach dem Kohlegehalte der zuletzt angeführten Analyse den Gehalt an Wasserstoff und Sauerstoff, so erhält man nach den beiden Formeln für die Zusammensetzung des krystallisirten Harzes folgende Resultate:

	Nach 40C+66H+O.	Nach 40C+68H+O.
Kohle	76,93	76,93
Wasserstoff	10,36	10,68
Sauerstoff	2,52	2,51
	89,81	90,12.

Im ersten Falle bat die Analyse einen Ueberschufs von 1,37 Th. Wasserstoff und 8,82 Th. Sauerstoff; im zweiten Falle von 1,05 Th. Wasserstoff und 8,83 Th. Sauerstoff gegeben. Indessen 8,82 und 8,83 Th. Sauerstoff erfordern 1,10 Wasserstoff, um Wasser zu bilden, was besser mit dem Resultate übereinstimmt, das aus der zweiten, als mit dem, welches aus der ersten Formel abgeleitet werden kann.

Indessen nicht immer erhält man durch Abdampfen der spirituösen Auflösung des Harzes unter der Luftpumpe ein Harz, das bei der Untersuchung einen bedeutend geringeren Kohlegehalt als das krystallinische Harz giebt. Die Resultate folgender Versuche des auf die angeführte Weise erhaltenen Harzes werden diefs angeben.

I. 0,3205 Grm. des Harzes, lange im Wasserbade getrocknet, wogen 0,305 Grm., und hatten also 0,0155 Grm. an Gewicht verloren. Sie gaben, mit Kupferoxyd und Sauerstoffgas oxydirt, 0,9345 Grm. Kohlensäure und 0,321 Grm. Wasser.

II. 0,3115 Grm. wogen nach dem Trocknen im Wasserbade 0,294 Grm.; diese gaben, mit Kupferoxyd und Sauerstoffgas oxydirt, 0,9035 Grm. Kohlensäure und 0,3075 Grm. Wasser. Diefs entspricht folgenden Zusammensetzungen:

	I.	II.
Kohle	84,72	84,97
Wasserstoff	11,69	11,62
Sauerstoff	3,59	3,41
	100,00	100,00.

Man sieht, dafs diese Zusammensetzungen sich nicht sehr von der des reinen krystallisirten Harzes unterscheiden. Man konnte indessen bei der mikroskopischen Besichtigung in dem untersuchten Harze noch glasartige Theile neben den krystallinischen unterscheiden.

Es ist einleuchtend, dafs die Theile des Harzes, welche unter dem Mikroskop vollkommen krystallinisch und frei von glasartigen Theilen erscheinen, das reine Harz sind, und wohl immer dieselbe Zusammensetzung haben, und dafs die glasartig erscheinenden Theile das Hydrat des Harzes sind, oder Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnifs wie im Wasser, aufgenommen haben.

Aus den verschiedenen Untersuchungen ergiebt sich indessen, dafs die glasartig erscheinenden Theile des Harzes Wasser in sehr ungleichen Verhältnissen aufnehmen können, was besonders noch durch folgenden Versuch bestätigt wird. Eine alkoholische Auflösung des Elemiharzes wurde so warm wie möglich in ein Sandbad gestellt, das die Temperatur des kochenden Wassers hatte, das Ganze unter die Luftpumpe über Schwefelsäure gesetzt, und durch beständiges Pumpen das Abdampfen befördert. Die Masse dampfte unter starkem Sprützen sehr bald, ehe noch das Sandbad kalt geworden war, ab; sie erschien unter dem Mikroskop fast nur glasartig, mit höchst wenigen krystallinischen Theilchen. 0,331 Grm. davon im Wasserbade erhitzt, verloren 0,004 Grm. und wogen 0,327 Grm. Mit Kupferoxyd und Sauerstoffgas verbrannt, gaben sie 0,985 Grm. Kohlensäure und 0,339 Grm. Wasser. Dieſs entspricht folgender Zusammensetzung:

Kohle	83,29
Wasserstoff	11,51
Sauerstoff	5,20
	100,00.

Diese Zusammensetzung zeigt, dafs, ungeachtet der

fast vollkommen glasartigen Structur nur wenig Wasser vom Harze aufgenommen worden war. — Ich bemerke hierbei übrigens, dafs diese Zusammensetzung sehr nahe mit einer von denen übereinstimmt, die ich vor mehreren Jahren bei meinen früheren Analysen erhalten hatte, deren Resultate ich im Anfange dieser Abhandlung mittheilte, und dafs der Mangel an Uebereinstimmung bei diesen früheren Untersuchungen durch die in dieser Abhandlung erläuterten Thatsachen hinreichend erklärt wird.

Da ich die Quantitäten des Harzes, welche einen geringeren Kohlegehalt zeigten und deren Untersuchung ich oben Erwähnung that, nicht durch Abdampfen der alkoholischen Auflösung unter der Luftpumpe erhalten hatte, so mufste es auch eine andere Methode geben, um das Hydrat des Harzes zu erzeugen. Ich hatte jenes Harz aus einer spirituösen Auflösung erhalten, und im noch feuchten Zustande an einem warmen Orte getrocknet. Ich suchte auf eine ähnliche Weise neue Mengen des Hydrats zu gewinnen. Harz, aus einer alkoholischen Auflösung erhalten, wurde zu dem Ende im Wasserbade schnell getrocknet. Bei der mikroskopischen Besichtigung indessen zeigte es sich als beinahe ganz aus Krystallen bestehend, aber am Rande fanden sich glasartige Massen. Im Wasserbade längere Zeit ferner erhitzt, verloren sie nichts am Gewichte. 0,454 Grm. davon gaben bei der Analyse vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas 1,357 Grm. Kohlensäure und 0,4555 Grm. Wasser. Diefs entspricht folgender Zusammesetzung im Hundert:

Kohle	82,65
Wasserstoff	11,15
Sauerstoff	6,20
	100,00.

Das Resultat der Analyse weicht zu wenig von dem des reinen krystallisirten Harzes ab, um aus ihm einen sicheren Schlufs auf die Zusammensetzung zu thun.

In einem anderen Versuche wurde das Harz in Alkohol aufgelöst, die Auflösung im Wasserbade zur Trocknifs abgedampft, die trockne Masse mit Alkohol stark befeuchtet, das Ganze wiederum lange im Wasserbade erhitzt, und diefs sehr oft wiederholt. Ich erhielt hierdurch eine Masse, die bei der mikroskopischen Besichtigung aus Krystallen bestand, die nur durch eine sehr geringe Menge einer glasartigen Masse verbunden waren. 0,350 Grm. davon gaben bei der Verbrennung vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas 1,059 Grm. Kohlensäure und 0,358 Grm. Wasser. Diefs giebt im Hundert folgende Zusammensetzung:

Kohle	83,66
Wasserstoff	11,36
Sauerstoff	4,98
	100,00.

Auch diese Zusammensetzung ist wenig von der des eigentlichen krystallinischen Harzes unterschieden; aber der Unterschied besteht darin, dafs in ihm ein Theil des Harzes als Hydrat enthalten ist.

Es ist schwer, auf diese Weise ein Harz zu erhalten, das viel von dem Hydrate enthält, weil das Hydrat durch Behandlung mit Alkohol leicht in das krystallinische Harz sich verwandelt. Ich erhielt sogar einmal, als ich Elemiharz, das sich aus einer alkoholischen Auflösung ausgeschieden hatte, feucht in einer Platinschale im Wasserbade lange erhitzte, eine Masse, die einen etwas gröfseren Kohle- und Wasserstoffgehalt enthielt, als es im krystallisirten Harze angenommen werden kann. Sie war krystallinisch, indessen an den Seiten glasartig. 0,205 Grm. davon, vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas oxydirt, gaben 0,6265 Grm. Kohlensäure und 0,217 Grm. Wasser. Diefs giebt folgende Zusammensetzung im Hundert:

Kohle

Kohle	85,97
Wasserstoff	11,76
Sauerstoff	2,27
	100,00.

Ich lasse es ungewifs, ob der gröfsere Kohle- und Wasserstoffgehalt schon durch eine anfangende Zersetzung durch die anhaltende Temperatur bewirkt worden ist oder nicht.

Es scheint eine nicht zu hohe, aber auch nicht zu niedrige Temperatur dazu zu gehören, um beim Trocknen des mit Alkohol befeuchteten Elemiharzes dasselbe in Hydrat zu verwandeln. Der gelungenste Versuch dieser Art war folgender: Elemiharz, das sich durch Erkalten einer heifsen alkoholischen Auflösung gefällt hatte, wurde auf einem Filtrum bei gelinder Hitze getrocknet, deren Temperatur nicht genau angegeben werden kann, aber niedriger als die des kochenden Wassers war, wodurch ein Theil sich in glasartige Krusten verwandelte. 0,309 Grm. davon gaben, vermittelst Kupferoxyds und Sauerstoffgas verbrannt, 0,758 Grm. Kohlensäure und 0,320 Grm. Wasser. Diefs entspricht folgender Zusammensetzung im Hundert:

Kohle	67,84
Wasserstoff	11,50
Sauerstoff	20,66
	100,00.

Zu dem gefundenen Kohlegehalt gehören, nach den beiden oft angeführten Formeln, folgende Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff:

	Nach $40C+66H+O$.	Nach $40C+68H+O$.
Kohle	67,84	67,84
Wasserstoff	9,13	9,42
Sauerstoff	2,22	2,22
	79,19	79,48

Im ersten Falle ist ein Ueberschufs von 2,37 Th. Wasserstoff und 18,44 Th. Sauerstoff; im zweiten Falle von 2,08 H und 18,44 O. Aber 18,44 Th. Sauerstoff nehmen 2,30 Th. Wasserstoff, um Wasser zu bilden, auf, was gut mit dem Ueberschufs des Wasserstoffs übereinstimmt, wenn bei der Berechnung die erste Formel zum Grund gelegt wird.

Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, dafs das Elemiharz, welches aus seinen alkoholischen Auflösungen krystallisirt sich abscheidet, unter gewissen Umständen Wasser, oder die Bestandtheile desselben aus dem Weingeist aufnehmen kann, welches Wasser es nicht durch langes Erhitzen bei der Temperatur des kochenden Wassers verlieren kann. Dieses Hydrat des Elemiharzes ist glasartig, und zeigt keine krystallinische Structur. — Ich mag jetzt noch nicht mit Bestimmtheit darüber entscheiden, welche von den beiden Formeln, 40C+66H+O oder 40C+68H+O, für das krystallisirte Elemiharz die wahrscheinlichste ist. Mehrere Gründe sprechen für die erstere, welche Hefs zuerst aufgestellt hat, obgleich die Resultate der Analysen mehr mit der zweiten übereinstimmen.

Ich habe diese Untersuchungen aus dem Grunde mannigfaltig modificirt und weiter verfolgt, als es das Interesse des Gegenstandes zu erfordern scheint. Denn es erschien mir wichtig, genauer den Zusammenhang in der Zusammensetzung kennen zu lernen, der zwischen den Modificationen eines Harzes stattfindet. Bekanntlich bestehen die meisten der in der Natur vorkommenden Harze aus zwei oder mehreren Modificationen, von denen oft die eine in die andere unter gewissen Verhältnissen übergehen kann.

V. *Analyse des Pyrochlors; von F. Wöhler.*

Schon vor längerer Zeit habe ich eine Analyse des Pyrochlors von Fredrikswärn in Norwegen mitgetheilt [1]); das Resultat derselben war für eine Berechnung der Atom-Zusammensetzung zu unvollständig, die Seltenheit des Minerals aber gestattete keine Wiederholung derselben. Später wurde ich durch die Freigebigkeit von Prof. Gustav Rose in den Stand gesetzt, den Pyrochlor aus dem Ilmengebirge bei Miask in Sibirien zu untersuchen; ich fand Thorerde darin [2]), was dem Mineral ein neues Interesse verlieh. Erst jetzt habe ich, erinnert durch Rose's Beschreibung der bei Miask vorkommenden merkwürdigen Mineralien [3]), diese Untersuchung wieder aufgenommen und vollendet, und glaube nun für die complicirte Zusammensetzung dieses Minerals eine wahrscheinliche Formel geben zu können. Ich habe dabei einen früher von mir begangenen Irrthum aufgefunden, den nämlich, dafs ich für Titansäure hielt, was in der That titansäurehaltige Tantalsäure ist, ein Irrthum, der, wie ich denke, zu entschuldigen ist, wenn man die unten anzugebenden Eigenschaften der Tantalsäure in Betracht zieht. Aufserdem habe ich noch einen dritten Pyrochlor untersucht, nämlich den von Brevig in Norwegen.

1) Pyrochlor von Miask in Sibirien.

In Betreff der mineralogischen Charaktere verweise ich auf G. Rose's Beschreibung in dem II. Bande seiner Reise nach dem Ural. Ich will nur bemerken, dafs dieser Pyrochlor in wohl ausgebildeten regulären Octaë-

1) Diese Annalen, Bd. VII S. 417.

2) Ebend. Bd. XXVII S. 80.

3) Ebend. Bd. XXXXVII S. 374.

dern von dunkelbrauner Farbe krystallisirt ist, dafs er ein höheres spec. Gewicht als der norwegische hat, nämlich 4,320 nach Rose, und dafs er vor'm Löthrohr keine Uran-Reaction giebt.

Beim Erhitzen decrepitirt er zuerst, dann zeigt er, noch vor der Glühhitze, durch seine ganze Masse hindurch, ein ähnliches Verglimmungs-Phänomen, wie gewisse Gadolinite. 2,833 Grm. ausgesuchter Krystallstückchen verloren dabei 0,033 Wasser. Bei einem anderen Versuche verloren 1,462 Grm. Mineral 0,017, also nach beiden Versuchen übereinstimmend 1,16 Proc. Wasser. Es war schwach ammoniakalisch und enthielt keine Flufssäure.

Im feingeriebenen Zustand wird der Pyrochlor durch concentrirte Schwefelsäure vollständig zersetzt. Erwärmt man das Gemische, so tritt plötzlich, unter Entwicklung von Flufssäure-Dämpfen, eine heftige Reaction ein, und es erstarrt zu einer aufgequollenen, fast trocknen Masse. Diese Zersetzungsweise habe ich zur Analyse angewendet. Die noch saure Masse wurde mit sehr vielem Wasser mehrere Stunden lang gekocht, und dadurch die Tantalsäure von den Basen getrennt. Nach dem Auswaschen wurde sie mit Ammonium-Sulfhydrat und nachher im Kochen mit Salzsäure behandelt, wodurch sich ein geringer Gehalt an Zinnoxyd und Eisenoxyd zu erkennen gab. Aufserdem enthielt sie noch etwas Titansäure, wie sich aus der Reaction vor'm Löthrohr und ihrem Verhalten beim Glühen mit Kohle in Chlorgas ergab, worauf ich nachher zurückkommen werde. Sie wurde nach dem Glühen gewogen.

Die abfiltrirte Auflösung wurde durch Ammoniak, und die von dem Niederschlage getrennte Flüssigkeit durch Oxalsäure gefällt. Aus dieser letzten, vom oxalsauren Kalk abfiltrirten Flüssigkeit fällte Ammonium-Sulfhydrat, nach dem Concentriren durch Abdampfen, noch eine geringe Menge Mangan. Alsdann wurde sie zur

Trockne verdunstet, die Ammoniaksalze durch Erhitzen zerstört und die Salzmasse zuletzt in Gas von kohlensaurem Ammoniak geglüht. Sie bestand aus schwefelsaurem Natron, mit einem geringen Gehalt an Talkerde. Es konnte in ansehnlichen Krystallen erhalten werden, es enthielt weder Kali noch Lithion.

Der durch Ammoniak gebildete Niederschlag war gallertartig, wie Thonerdehydrat, und anfangs farblos, färbte sich aber bräunlich beim Auswaschen. Er enthielt keine Thonerde, auch kein Uranoxyd, sondern bestand hauptsächlich aus Thorerde und Ceroxyd, mit geringen Mengen von Yttererde, Eisenoxyd und Manganoxyd.

Dieser Niederschlag wurde in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst, und die blafsgelbe Auflösung mit einem Ueberschufs einer im Sieden gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Kali vermischt. Es entstand sogleich ein gelblicher, pulveriger Niederschlag, der erst nach zwei Tagen abfiltrirt und mit einer gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kali ausgewaschen wurde. Er bestand aus schwefelsaurem Thorerde- und schwefelsaurem Ceroxyd-Kali. Er wurde in siedendem Wasser aufgelöst, wobei eine geringe Menge titanhaltiger Tantalsäure zurückblieb. Die Auflösung wurde heifs durch überschüssiges kaustisches Kali gefällt. Das gefällte Gemenge von Ceroxyd und Thorerde wurde nach dem Glühen gewogen; es hatte eine braune Farbe.

Ich habe auf verschiedenen Wegen vergebens versucht, beide Oxyde quantitativ von einander zu trennen. Ich hoffte durch Salzsäure das Ceroxyd allein ausziehen zu können; allein entweder geschah diefs nur unvollständig, oder es löste sich, bei fortgesetzter Digestion mit concentrirter Säure, auch die ganze Thorerde auf. Eben so wenig gelang es dadurch, dafs die gemengten Oxyde in oxalsaure Salze verwandelt, und diese nach gelindem Glühen an der Luft mit Säure behandelt wur-

den. Indessen konnte der gröfste Theil der Thorerde auf folgende Weise im reinen Zustande erhalten werden: das geglühte Gemenge wurde durch Digestion mit concentrirter Schwefelsäure in Salz verwandelt, in Wasser aufgelöst, wobei wieder eine kleine Menge Tantalsäure zurückblieb, und die saure concentrirte Lösung zum Kochen erhitzt. Da bildete sich das für die Thorerde so charakteristische schneeweifse, wollige, gefälltem Gyps nicht unähnliche Coagulum von schwefelsaurer Thorerde, die abfiltrirt und mit siedendheifsem schwefelsäurehaltigem Wasser ausgewaschen wurde. In kaltem Wasser war sie vollständig löslich. Die daraus durch Kali gefällte Erde war nach dem Glühen weifs, und besafs alle übrigen Eigenschaften, die Berzelius von der Thorerde angegeben hat. Nach approximativen Wägungsversuchen glaube ich keinen grofsen Fehler zu begehen, wenn ich in dem Mineral Ceroxydul und Thorerde in dem relativen Verhältnifs ihrer Atomgewichte annehme.

Die Flüssigkeit, woraus durch schwefelsaures Kali die beiden letzteren Oxyde abgeschieden waren, wurde durch kaustisches Kali gefällt, und der Niederschlag, welcher hauptsächlich aus Eisen- und Manganoxyd bestand, mit kohlensaurem Ammoniak behandelt, welches nachher beim Kochen eine gelbliche Erde fallen liefs, die sich entschieden als noch etwas ceroxydhaltige Yttererde auswies. Diefs wurde noch ferner constatirt durch Versuche mit einer gröfseren Menge jenes letzten Niederschlags, der aus 7 Grammen Mineral, bei den Versuchen über die Thorerde, erhalten worden war. Hierbei wurde durch Oxalsäure das Eisen ausgezogen, die oxalsaure Yttererde an der Luft gelinde geglüht und in verdünnter Salpetersäure aufgelöst, wobei das Manganoxyd zurückblieb.

Was endlich den Fluorgehalt betrifft, so war seine quantitative Bestimmung am schwierigsten, daher ich auch die gefundene Zahl für nicht mehr als für eine approxi-

mative ausgeben kann. Durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron scheint das Mineral weniger vollständig, als durch Schwefelsäure zersetzt zu werden. Behandelt man nachher die Masse mit Wasser, so löst sich viel Tantalsäure mit auf, so dafs mir diese Methode zur Bestimmung des Fluorgehalts nicht anwendbar schien. Ich nahm daher die Zersetzung mit Schwefelsäure in einer Platinretorte vor, und leitete die Flufssäuredämpfe in verdünntes kaustisches Ammoniak. Es dauert sehr lange, bis alle Flufssäure ausgetrieben ist. Zuletzt wurde so stark erhitzt, dafs Schwefelsäure überzudestilliren anfing. Das Ammoniak wurde dann in einem verschlossenen Gefäfs mit aufgelöstem Chlorcalcium vermischt und das gefällte Fluorcalcium nach dem Auswaschen mit heifsem Wasser geglüht. 2,722 Grm. Mineralpulver gaben bei einem Versuch, wobei am wenigsten Flufssäuredämpfe verloren gegangen waren, 0,185 Fluorcalcium =0,088 Fluor [1]).

1) Zur exacten Bestimmung des Fluorgehaltes in Mineralien ist vielleicht in manchen Fällen folgende Methode anwendbar: Man vermischt das abgewogene Mineral, wenn es nicht schon ein Silicat enthält, sehr innig mit reiner Kieselerde, füllt das Gemenge in einen kleinen, auf die Wage passenden Kolben, mischt gekochte, höchst concentrirte Schwefelsäure hinzu, und verschliefst nun das Gefäfs rasch mit einem Kork, durch welchen ein kleines, mit geschmolzenem Chlorcalcium gefülltes und zu einer feinen Spitze ausgezogenes Rohr luftdicht gesteckt ist. Der ganze Apparat wird nun gewogen, und dann so lange einer geeigneten Temperatur ausgesetzt, als noch Fluorkieselgas weggeht. Zur Entfernung der letzten Antheile bringt man ihn zuletzt unter die Glocke der Luftpumpe. Der Gewichtsverlust, den er zeigt, ist Fluorkiesel, woraus der Fluorgehalt berechnet wird. Für jeden Theil Fluor werden 1,395 Fluorkiesel gebildet, entsteht also ein Gewichtsverlust von dieser Gröfse. Ich habe auf diese Art, zur Prüfung der Methode, den Fluorgehalt des Flufsspaths bestimmt, und bis auf die erste Decimale übereinstimmend gefunden. Ich konnte sie leider nicht auf den Pyrochlor anwenden, weil ich zu dem Versuche keine hinreichende Menge mehr besafs.

2,722 Grm. Pyrochlor von Miask gaben:

		In 100 Theilen.
Tantalsäure	1,834	67,376
Thorerde, Ceroxyd	0,358	13,152
Kalkerde	0,299	10,984
Yttererde	0,022	0,808
Eisenoxydul	0,035	1,285
Manganoxydul	0,004	0,146
Natrium	0,107	3,930
Fluor	0,088	3,233
Wasser	0,031	1,160
Titansäure, Zinnoxyd, Talkerde in nicht bestimmter geringer Menge		
	2,778	102,074.

Der Gewichtsüberschufs rührt zum Theil daher, dafs das Ceroxyd als solches gewogen und berechnet wurde, während es ohne Zweifel als Oxydul im Mineral enthalten ist. Die Yttererde war nicht ganz frei von Ceroxyd und Manganoxyd. In der Zahl für die Tantalsäure ist die Titansäure mit inbegriffen, deren Quantität jedoch höchstens ein Paar Procent betragen kann. Der Sauerstoff der Tantalsäure ist ziemlich nahe $1\frac{1}{2}$ Mal so grofs als der Sauerstoff der Basen. Das Fluor kann man wohl am wahrscheinlichsten mit dem Natrium verbunden annehmen, wiewohl seine Menge etwas gröfser gefunden worden ist, als dieser Annahme entspricht. Indessen habe ich Grund zu vermuthen, dafs der Natriumgehalt zu klein gefunden ist. Nach diesem Resultat scheint mir die Formel:

$$NaF + \left.\begin{matrix}\dot{Ca}^2\\ \dot{Th}^2\\ \dot{Ce}^2\end{matrix}\right\} \dddot{Ta}$$

worin ein kleiner Theil der Tantalsäure durch Titansäure und ein kleiner Theil der Basen durch Yttererde, Eisenoxydul und Manganoxydul ersetzt ist, der wahrscheinlichste Ausdruck für die Zusammensetzungsweise dieses Minerals zu seyn. Ceroxydul und Thorerde, in dem Verhältnifs ihrer Atomgewichte angenommen, würde einen Gehalt von ungefähr 7 Procent Thorerde und 6 Procent Ceroxydul geben. Wovon die Farbe des Minerals abhängt, lasse ich dahin gestellt seyn; vielleicht von etwas Ceroxyd. Dafs aber der gröfsere Theil des Ceriums als Oxydul darin enthalten sey, geht aus dem Umstand hervor, dafs die bei der Zersetzung mit Schwefelsäure erhaltene Masse nicht gelb, sondern weifs ist, ferner dafs das durch Ammoniak gefällte Hydratgemenge anfangs ganz farblos ist und erst an der Luft bräunlich wird, daher auch Eisen und Mangan als Oxydule vorhanden seyn müssen.

2) Pyrochlor von Brevig in Norwegen.

Ueber das Vorkommen dieses Pyrochlors, den ich der Güte des Hrn. v. Berzelius verdanke, kann ich weiter nichts angeben, als dafs er mit dem Thorit auf Lövön bei Brevig in Norwegen gefunden worden ist. Die Krystalle sind kleiner als die des sibirischen, aber sehr scharf ausgebildet. Wie jener sind sie öfters mit Zirkonkrystallen verwachsen. Die Farbe ist dunkelbraun, fast schwarz, an dünnen Kanten braun durchscheinend. Sein Pulver ist hellbraun. Das spec. Gewicht fand ich =3,802; jedoch bedarf diese Zahl der Bestätigung, da die Bestimmung mit einer nur sehr kleinen Menge geschah. Beim Erhitzen bis zum Glühen verliert er über 7 Procent Wasser, ohne Aenderung der Farbe und ohne Verglimmungsphänomen. Vor'm Löthrohr verhält er sich im Uebrigen wie der von Fredrikswärn. Gleich diesem enthält er Uranoxyd.

Durch Schwefelsäure ist er schwieriger zersetzbar,

als der von Miask. Die beiden Analysen, die ich davon gemacht habe, können nicht auf grofse Genauigkeit Anspruch machen, ich hatte zu wenig Mineral dazu. Namentlich bin ich über den Natrongehalt in Ungewifsheit geblieben. Der Fluorgehalt ist jedenfalls, durch Verlust bei der Operation, zu gering ausgefallen. Auch hier ist in der Tantalsäure die Titansäure mit inbegriffen, die aber nur wenige Procent betragen kann. Die Analyse II geschah durch Schmelzen des Minerals mit saurem schwefelsauren Kali. Es wurden folgende Resultate erhalten:

	I.	II.
Tantalsäure	67,021	67,770
Ceroxyd, Thorerde	5,159	
Uranoxyd	4,601	5,709
Kalkerde	9,877	10,129
Eisenoxydul	1,329	
Manganoxydul	1,688	
Wasser	7,059	7,418
Titansäure, Zinnoxyd, Talkerde, Natron?	in nicht bestimmter geringer Menge	
	97,797.	

Diese Species ist also von der von Miask besonders durch den wesentlichen Wassergehalt und durch den Gehalt an Uranoxyd bestimmt verschieden. Genauere Analysen müssen entscheiden, ob sie mit der von Fredrickswärn identisch ist, oder ob sie eine dritte, besondere Varietät ausmacht. Jedenfalls scheint die Analyse, in Uebereinstimmung mit der Krystallform, für alle drei Arten dieselbe allgemeine Zusammensetzungsweise anzudeuten.

3) Bemerkungen über die Tantalsäure.

Bei dieser Untersuchung hatte ich Gelegenheit, einige Eigenschaften der Tantalsäure zu beobachten, die man in den Abhandlungen über diese seltene Substanz nicht angegeben findet, und die, in Verbindung mit dem Umstand, dafs diese Pyrochlore, aufser der Tantalsäure, wirklich auch Titansäure enthalten, mich anfänglich zu dem Irrthum veranlafst hatten, die Tantalsäure daraus für Titansäure zu halten. Er würde noch nicht sobald erkannt worden seyn, wenn ich nicht den Versuch gemacht hätte, die vermeintliche Titansäure, zur Prüfung auf einen Gehalt an Zirkonerde, mit Kohle in Chlorgas zu glühen. Statt liquiden Titanchlorids bekam ich in dem Ende des Rohrs ein dickes, festes Sublimat, welches sich als Tantalchlorid auswies; in der abgekühlten Vorlage aber nur wenige Tropfen von wirklichem Titanchlorid, charakterisirt durch den dicken weifsen Dampf, den es an der Luft verbreitete, und durch den Niederschlag, den Ammoniak in seiner Auflösung in Wasser bewirkte, und der alle Eigenschaften der Titansäure besafs. Wiewohl ihre Menge im Verhältnifs zur Tantalsäure nur sehr gering ist, so war sie doch hinreichend, der letzteren mehrere ihrer Reactionen, wie z. B. die Färbung der Flüsse vor'm Löthrohr, mitzutheilen. Dazu ergab es sich, dafs beide Oxyde mehrere Eigenschaften gemein haben, wie z. B. die gelbe Farbe in höherer Temperatur. Aus diesen Versuchen, die übrigens weiter verfolgt zu werden verdienen, scheint ferner hervorzugehen, dafs die Tantalsäure, ähnlich dem Zinnoxyd, zweierlei Zustände habe, so dafs man die beiden Modificationen bei flüchtiger Betrachtung für zwei verschiedene Metalloxyde halten könnte. Mit Uebergehung der bekannten Eigenschaften will ich darüber noch Folgendes anführen:

Beim Erhitzen bis zum anfangenden Glühen wird die Tantalsäure rein citrongelb, beim Erkalten wieder weifs, ganz so wie Titansäure oder Zinkoxyd.

In Wasserstoffgas geglüht, wird sie blaulichschwarz, beim Erhitzen an der Luft wieder weifs. Nach der dabei stattfindenden geringen Gewichtveränderung zu schliefsen, ist diese schwarze Substanz nicht reines Tantaloxyd, sondern die Verbindung desselben mit Tantalsäure, ähnlich dem wolframsauren Wolframoxyd.

Tantalsäure, die in der Glühhitze in saurem schwefelsauren Kali aufgelöst gewesen und nach Behandlung der Masse mit Wasser wieder abgeschieden worden ist, enthält Schwefelsäure chemisch gebunden, die erst beim Glühen, besonders im Gas von kohlensaurem Ammoniak, weggeht. Berzelius erwähnt nicht dieses Schwefelsäuregehalts, offenbar weil er die so dargestellte Tantalsäure zur ferneren Reinigung vor dem Glühen stets mit Ammonium-Sulfhydrat behandelte, wodurch die Schwefelsäure ausgezogen wurde.

Diese schwefelsäurehaltige Tantalsäure löst sich, so lange sie noch feucht ist, ziemlich leicht und in Menge in concentrirter Chlorwasserstoffsäure auf, besonders wenn man sie, damit übergossen, eine Zeit lang stehen läfst und dann Wasser zugiefst. Beim Kochen trübt sich diese Auflösung und bildet nach und nach einen weifsen Niederschlag.

Aus dieser salzsauren Auflösung wird die Tantalsäure sowohl durch freie Schwefelsäure, als auch durch schwefelsaure Salze als ein milchweifser schwerer Niederschlag fast vollständig ausgefällt; aus einer mehr concentrirten Auflösung sogleich, aus einer verdünnteren erst nach und nach, beim Erhitzen aber sogleich. Der Niederschlag ist dieselbe Schwefelsäure-Verbindung, wie die durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali erhaltene Tantalsäure. Diese Fällbarkeit durch Schwefelsäure ist für die Tantalsäure ganz besonders charakteristisch.

Die schwefelsäurehaltige Tantalsäure ist in noch feuchtem Zustande in grofser Menge und sehr leicht in

kaustischem Kali löslich. Sie wird daraus sowohl durch Säuren, als auch durch Salmiak gefällt, durch letzteren jedoch nicht vollständig. Dieser Niederschlag ist tantalsaures Ammoniak. Beim Glühen ohne Luftzutritt verhält es sich ähnlich, wie das wolframsaure Ammoniak, es hinterläfst, unter Wasser- und Ammoniak-Entwicklung, blaulichschwarze Tantalsäure.

Wird schwefelsäurehaltige Tantalsäure mit Salzsäure übergossen und Zink hineingestellt, so löst sie sich zu einer schön blauen Flüssigkeit auf, die später dunkelbraun wird, und woraus Ammoniak, im Ueberschufs zugesetzt, eine rein dunkelbraune Substanz in Flocken fällt, die ohne Zweifel Tantaloxyd-Hydrat ist. In Berührung mit der Luft, beim Abfiltriren, Waschen und Trocknen, wird es wieder vollkommen weifs. War die Tantalsäure getrocknet, so löst sie sich bei dieser Behandlung mit Zink nicht auf, wird aber blau; war sie geglüht, so bleibt sie unverändert, farblos. Diese Reaction mit Zink gab auch Tantalsäure, die durch Fällung mit Schwefelsäure aus der Auflösung von sublimirtem Tantalchlorid erhalten und mit Ammoniak behandelt war, die also weder Titansäure noch Wolframsäure enthalten konnte, auf diese auch nicht vor'm Löthrohr reagirte.

Aufser dem flüchtigen Tantalchlorid, welches durch Verbrennung von metallischem Tantal in Chlor erhalten wird, scheint noch eine ebenfalls flüchtige Verbindung der Tantalsäure mit Tantalchlorid zu existiren, ähnlich den entsprechenden Verbindungen des Chroms, Wolframs und Molybdäns. Diese Verbindung entsteht stets, wie es scheint, bei dem Glühen eines Gemenges von Tantalsäure und Kohle in Chlorgas, denn das auf diese Weise erhaltene Sublimat hat etwas andere Eigenschaften, als das direct gebildete Chlorid [1]). Es ist vollkom-

1) Es ist um so wahrscheinlicher, dafs dieses Sublimat Tantalsäure in Verbindung enthält, da man das analoge wolframsäurehaltige Wolframchlorid sehr leicht auf demselben Wege erhalten kann, nämlich durch

men weifs, raucht schwach, und verflüchtigt sich beim Erhitzen ohne zu schmelzen; sein Gas ist farblos und condensirt sich zu einer concentrisch krystallinischen, feinstrahligen, seideglänzenden Masse. Bisweilen indessen ist es partiell gelb, schmelzbar, und bildet dann ein gelbes Gas, wie wenn ihm reines Chlorid beigemengt wäre, was vielleicht von dem angewandten Verhältnifs von Kohle abhängen kann. In Wasser löst es sich unter starker Erhitzung auf, nicht klar, sondern unter Abscheidung von gallertartiger Tantalsäure, welche nachher beim Glühen viel salzsaures Gas entwickelt. In Salzsäure löst sich das Sublimat klar auf. Diese Auflösung scheint sich von der oben erwähnten Auflösung der Tantalsäure in Salzsäure auf ähnliche Weise verschieden zu verhalten, wie sich die Auflösung des Zinnoxyds in Salzsäure verschieden verhält von der Auflösung des flüchtigen Zinnchlorids in Wasser. Kocht man z. B. die Auflösung des sublimirten Tantalchlorids, so entsteht erst, wenn sie concentrirt zu werden anfängt, ein weifser Niederschlag, der sich aber bei Zusatz von Wasser wieder vollkommen klar auflöst. Durch Schwefelsäure wird daraus die Tantalsäure, auch ohne Wärme, fast vollständig gefällt. — Diese Versuche wurden mit Tantalsäure aus Pyrochlor und aus Baierschem Tantalit angestellt.

Wenn in Mineralien Tantalsäure und Titansäure zusammen vorkommen, wie es in den Pyrochloren der

Glühen eines Gemenges von Tungsteinpulver und Kohle in Chlorgas. Auch das Zirkonium scheint eine ähnliche Verbindung zu bilden. Denn glüht man Zirkonerde oder gepulverten Zirkon (kieselsaure Zirkonerde) mit Kohle in Chlorgas, so bekommt man aufser dem Chlorkiesel, der weggeht, ein dickes, weifses, flüchtiges Sublimat, welches sich in Wasser nicht klar auflöst, vollständig aber in Salzsäure, während doch das direct aus Zirkonium und Chlor erhaltene Chlorzirkonium nicht flüchtig ist. — Diese Zersetzungsweise des Zirkons scheint mir selbst für die Darstellung der Zirkonerde ganz anwendbar zu seyn. Sie kann in einem Glasrohr von schwer schmelzbarem Glas vorgenommen werden, erfordert aber volle Glühhitze.

Fall ist, so kann man sie dadurch trennen und wenigstens approximativ der Quantität nach bestimmen, dafs man das Gemenge sehr innig mit Zuckerkohle und mit Zucker mengt, glüht, sehr fein reibt, in einem Strom von trocknem Chlorgas glüht, das Sublimat in Salzsäure auflöst und die Auflösung durch Schwefelsäure fällt, wodurch allein die Tantalsäure niedergeschlagen wird; denn eine Auflösung von Titanchlorid in Wasser wird nicht durch Schwefelsäure gefällt. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit kann dann die Titansäure, freilich nicht ganz frei von Tantalsäure, durch Ammoniak gefällt werden.

VI. *Ueber die Wirkung von Bündeln aus Eisendraht beim Oeffnen der galvanischen Kette; von Gustav Magnus.*

Es ist eine zuerst in England, wie es scheint von Hrn. Bachhoffner und Hrn. Sturgeon [1]) gemachte Beobachtung, dafs die Zuckungen, welche man von einer galvanischen Säule oder einem einfachen Plattenpaare bei Anwendung einer Drahtspirale mit einem in ihr befindlichen Eisenkern erhält, aufserordentlich verstärkt werden, wenn statt eines massiven Eisenkerns ein Bündel von Drähten angewendet wird. Seitdem sind solche Apparate, die zur Hervorbringung von Zuckungen dienen, schon vielfältig mit Drahtbündeln statt der massiven Eisenmassen ausgeführt worden; allein so viel ich weifs, ist keine genügende Erklärung der stärkeren Wirkung der Drähte bekannt geworden. Ich habe deshalb einige Versuche über diesen Gegenstand angestellt, welche, wie mir scheint, geeignet sind, denselben zu erklären.

Früher glaubte ich, dafs die starke Wirkung der

1) Sturgeon, *Annals of Electricity*, *Vol. I p.* 481.

Drähte nur darauf beruhe, dafs das zum Draht verwendete Eisen ein viel weicheres ist, als das zu Stäben verarbeitete. Allein ich überzeugte mich bald durch die Anwendung von gehärteten Stahldrähten, dafs auch diese eine ungleich stärkere Wirkung besitzen, als eine massive Masse des weichsten Eisens. Die Zuckungen, welche gut gehärtete englische Stricknadeln hervorbrachten, wenn sie sich in einer, aus besponnenem Kupferdraht bestehenden Spirale befanden, waren etwa eben so stark als die, welche durch das sechsfache Gewicht eines massiven Eisenstabs von derselben Länge entstanden [1]).

Nachdem ich mich also überzeugt hatte, dafs der gehärtete Stahl auf ähnliche Weise inducirend wirkt wie das Eisen, und dafs die stärkere Wirkung der Drähte nur auf einer Trennung in der Masse beruhe, verglich ich zunächst die Wirkung von besponnenem und nicht besponnenem Eisendraht, und fand, dafs der erstere allerdings stärker, wiewohl nicht auffallend stärker, wirkt als der letztere. Offenbar, weil die Trennung bei den besponnenen Drähten noch vollständiger als bei den nicht besponnenen ist.

Die Verschiedenheit in der Wirkung der Drähte wurde freilich nur durch die Zuckungen bestimmt, welche dieselben hervorbrachten, und diese können gewifs niemals als ein sicheres Maafs für die Stärke der Wirkung betrachtet werden. Allein die Unterschiede, um die es sich hier handelt, sind so bedeutend, dafs niemals der geringste Zweifel entstehen konnte. Aufserdem wurden stets mehrere Spiralen zum Vergleich angewendet, die aus Drähten von verschiedener Länge, aber von derselben Dicke gefertigt und auf Cylinder aus Pappe auf-

1) Bei diesen wie bei allen folgenden ähnlichen Versuchen, wo verschiedene Eisenmassen in dem Innern einer Drahtspirale angewendet wurden, befanden sich diese stets in der Mitte der Spirale, wiewohl, nach Hrn. Lenz's Untersuchungen, dieſs kaum nöthig gewesen wäre.

aufgewickelt waren. Diese Cylinder hatten alle dieselbe Länge, so dafs die verschiedenen Spiralen stets dasselbe Stück der in ihnen enthaltenen Eisenmassen bedeckten. Diese Eisenmassen, sie mochten massiv seyn, oder aus besponnenen oder nicht besponnenen Drahtbündeln bestehen, waren übrigens auch alle von gleicher Länge, und ragten stets um gleich viel aus der Drahtspirale hervor.

Es war für die Erklärung der stärkeren Wirkung der Drähte zunächst nöthig zu wissen, ob dieselbe nur beim Oeffnen der Kette stattfinde, d. h. ob das Phänomen nur ein Inductions-Phänomen sey, oder ob auch, während der galvanische Strom ununterbrochen das Eisen umgiebt, die Wirkung von Drähten stärker sey als von massiven Eisenmassen. Um dieſs zu untersuchen, wandte ich zunächst die Spirale allein an, ohne dafs Eisen in ihr enthalten war, und stellte in einiger Entfernung vor ihr eine sehr empfindliche Bussole auf. Hierauf wurde von einer constanten Säule (in der sich ein Cylinder aus gebranntem Thon zwischen Kupfer und Zink befand) der Strom durch diese Spirale geleitet und die Ablenkung der Magnetnadel beobachtet. Alsdann wurden Eisenstäbe von gleicher Länge, aber verschiedenem Durchmesser, und Drahtbündel von gleicher Länge als die Stäbe, aber von verschiedenen Gewichten, die aus demselben, theils besponnenen, theils unbesponnenen Drahte gefertigt waren, in diese Spirale gebracht, und für jeden dieser so gebildeten Elektromagnete die Ablenkung der Magnetnadel bestimmt. Die dritten Potenzen der Ablenkungswinkel gaben alsdann das Verhältnifs der magnetischen Intensität dieser Elektromagnete.

Diese Versuche lehrten, dafs die magnetischen Intensitäten der Drahtbündel und massiven Eisenmassen sich durchaus anders als ihre inducirenden Wirkungen verhalten, dafs also die stärkeren Zuckungen, welche

man von Drahtbündeln erhält, nur durch Induction beim Oeffnen der Kette entstehen.

Ich wollte nun untersuchen, wie die Wirkung der Drähte sich wohl ändern möchte, wenn sie wieder durch einen guten Leiter der Elektricität mit einander verbunden würden, und schmolz ein Bündel unbesponnener Drähte in einen Cylinder von leichtflüssigem (Rose'schen) Metall ein, der dieselbe Länge hatte, als die Drähte.

Die Zuckungen, welche bei Anwendung dieses Cylinders in der Drahtspirale erhalten wurden, waren durchaus nicht stärker, sondern eher schwächer, als die, welche ein einziger Eisenstab von demselben Gewichte als die Drähte hervorbrachte, während das gleiche Gewicht besponnener oder unbesponnener Drähte aufserordentlich starke Zuckungen verursachte.

Es schien mir nun zunächst wünschenswerth zu erfahren, ob das leichtflüssige Metall die Wirkung der Drähte dadurch schwäche, dafs es einen leitenden Zusammenhang, zwischen ihnen herstellt, oder vielleicht dadurch, dafs es dieselben blofs mit einem Leiter der Elektricität umschliefst. Ich fertigte deshalb einen hohlen Cylinder von leichtflüssigem Metall, von gleicher Länge mit dem früheren, in den ein Bündel unbesponnener Drähte, von demselben Gewicht als die in dem Cylinder eingeschmolzenen, hineingesteckt werden konnte. Als diefs Bündel, umgeben mit diesem Cylinder, angewendet wurde, wirkte es nicht nur nicht stärker als ein gleiches Gewicht eines einzigen Eisenstabes von derselben Länge, sondern gleichfalls etwas schwächer.

Aber nicht nur durch die Umgebung mit diesem, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll dicken, metallenen Cylinder wurde die Wirkung der Drähte so bedeutend vermindert, sondern auch wenn man statt desselben eine dünne gezogene Messingröhre anwandte. Wurde aber eine oder die andere von diesen Umhüllungen der Länge nach aufgeschlitzt, so

trat die Wirkung der Drähte ganz auf dieselbe Weise wieder hervor, wie wenn gar keine Umhüllung vorhanden war.

Um aus diesen Versuchen die starke Wirkung der Drähte zu erklären, mufs man sich zunächst erinnern, auf welche Weise Hr. Faraday die vermehrte Wirkung beim Oeffnen der Kette erklärt. Der elektrische Strom nämlich erzeugt, wenn er verschwindet, in jedem neben ihm befindlichen geschlossenen Leiter einen Strom von gleicher Richtung. Befindet sich aber beim Oeffnen der Kette kein geschlossener Leiter neben ihm, so erzeugt der Strom bei seinem Verschwinden diesen Strom von gleicher Richtung in dem Schliefsungsdrahte selbst. Ist dieser ferner spiralförmig gewunden und befindet sich in ihm eine Eisenmasse, so verschwindet beim Oeffnen der Kette gleichzeitig auch der Magnetismus, welchen dieses Eisen angenommen hatte während die Kette geschlossen war. Das Verschwinden des Magnetismus aber kann man sich vorstellen als ein Verschwinden von elektrischen Strömen. Indem diese verschwinden, erzeugen sie ebenfalls einen Strom von derselben Richtung in dem sie umgebenden Schliefsungsdraht. Durch diese beiden inducirenden Wirkungen entsteht der starke Funke und die starken Zuckungen, welche man beim Oeffnen der durch einen Elektromagneten geschlossenen Kette beobachtet.

Diese Erklärung, so richtig sie ohne Zweifel ist, ist aber nicht ganz vollständig. Denn da beim Oeffnen des Schliefsungsdrahts in jedem neben ihm befindlichen geschlossenen Leiter ein Strom erzeugt wird von gleicher Richtung, wie der verschwindende, so entstehen auch in den Querschnitten einer Eisenmasse, die sich in einer Drahtspirale befindet, beim Oeffnen der Kette Ströme von gleicher Richtung, als der in der Spirale vorhandene.

Durch die Erzeugung dieser Ströme wird die Eisen-

masse magnetisch, und zwar in derselben Richtung, als sie es war, so lange die Kette geschlossen gewesen. Es findet also beim Oeffnen der Kette in dieser Eisenmasse nicht nur ein Verschwinden des Magnetismus statt, sondern es wird auch noch Magnetismus erzeugt, und dieser hebt die inducirende Wirkung des verschwindenden Magnetismus auf den Schliefsungsdraht theilweise auf.

Fände die Erzeugung des Magnetismus beim Oeffnen der Kette mit derselben Stärke und derselben Geschwindigkeit statt, als das Verschwinden des Magnetismus, den das Eisen hat so lange die Kette geschlossen ist, so würden beide Wirkungen sich vollständig aufheben und das Eisen würde gar nicht inducirend wirken. Allein da es inducirend wirkt, so folgt auch, was übrigens wohl ohne diefs klar ist, dafs der durch Induction entstehende Magnetismus schwächer ist, als der verschwindende. Es ist aufserdem einleuchtend, dafs das Eisen um so stärker inducirend wirkt, je schwächer der entstehende Magnetismus im Verhältnifs zu dem verschwindenden ist. Die Stärke des entstehenden Magnetismus, im Verhältnifs zu dem verschwindenden, wird aber, wenn die Stärke des galvanischen Stroms ungeändert und der Schliefsungsdraht derselbe bleibt, auch stets dieselbe bleiben, so lange kein Hindernifs für die Bildung der durch Induction in dem Eisen entstehenden elektrischen Ströme vorhanden ist. Ein solches Hindernifs wird aber stattfinden, wenn das in dem Elektromagneten befindliche Eisen aus einem Drahtbündel besteht; denn der Durchschnitt eines solchen Drahtbündels ist kein in sich geschlossener Leiter, der zur Erzeugung eines Stroms unumgänglich nöthig ist. Daher ist der in einem Drahtbündel durch Induction entstehende Magnetismus viel schwächer im Verhältnifs zu dem schon vorhandenen, als der, welcher in einem massiven Eisenkern entsteht, und daher ist die Induction, welche ein Drahtbündel auf den

Schliefsungsdraht ausübt, viel stärker als die, welche eine massive Eisenmasse hervorbringt.

Hiervon rührt die schwächere Wirkung des massiven Eisens hauptsächlich her. Aufserdem aber wird auch die inducirende Wirkung des Schliefsungsdrahts auf sich selbst bei Anwendung von massiven Eisenmassen vermindert; denn jeder Querschnitt des Eisens bildet einen, neben dem Schliefsungsdrahte befindlichen geschlossenen Leiter, auf den der Schliefsungsdraht inducirend wirken kann, und daher wirkt er nicht inducirend auf sich selbst [1]).

Wird statt eines Drahtbündels ein spiralförmig gewundenes Eisenblech angewendet, dessen Querschnitt gleichfalls keinen in sich geschlossenen Leiter bildet, so ist auch in diesem das Entstehen des Magnetismus gehindert; es verhält sich daher wie ein Drahtbündel, und wirkt gleichfalls stärker inducirend, als ein massives Eisen.

Aber selbst wenn das Eisen einen in sich geschlossenen Leiter bildet, wie diefs z. B. der Fall ist, wenn eine eiserne Röhre als Kern des Elektromagneten benutzt wird, so mufs dieser Leiter doch, wie es scheint, aus einer ziemlich bedeutenden Masse bestehen, wenn ein Strom durch Induction *ungehindert* in ihm entstehen soll. Hr. Sturgeon [2]) hat schon beobachtet, und ich habe es vollkommen bestätigt gefunden, dafs die Zuckungen gleichfalls zunehmen, wenn man statt eines massiven eisernen Cylinders ein Rohr von dünnem verzinnten Eisenblech, von demselben äufseren Umfange als der massive Cylinder, anwendet. Wird die Blechröhre mit einem Stücke eines Flintenlaufs von gleicher Länge und gleichem Umfange vertauscht, so werden die Zuckungen

1) Faraday's Experimental-Untersuchungen, §. 1092. Diese Annalen, Bd. XXXV S. 430.

2) Sturgeon's *Annals of Electricity*, *Vol. I p.* 481.

schwächer, und sie nehmen überhaupt ab, wenn die Metallmasse eines solchen hohlen Cylinders zunimmt. Diese Wirkung einer Röhre aus Eisen scheint darauf zu beruhen, dafs der Querschnitt derselben keine hinreichende Masse für das Entstehen eines Stromes durch Induction darbietet, und daher einen Widerstand für dieses Entstehen leistet. Dieser Widerstand ist offenbar stärker, wenn die Röhre sehr dünn ist, als wenn sie dicker in Metall ist. Deshalb ist auch der Magnetismus, welcher in der dünnen Röhre durch Induction entsteht, viel geringer im Verhältnifs zu dem Magnetismus, den sie hat, während die Kette geschlossen ist, als der, welcher in der dickeren Röhre entsteht, und daher ist die Induction von der dünnen Röhre auf den Schliefsungsdraht stärker als von der dicken, wenigstens so lange die dünne Röhre noch eine gewisse Metallmasse besitzt.

Ich habe diese Röhren der Länge nach aufgeschlitzt. Hierdurch nehmen die Zuckungen, welche sie hervorbringen, aufserordentlich zu, jedoch ist diese Zunahme bei der Röhre aus dünnem Blech viel geringer, als bei der dickeren aus einem Flintenlauf.

Der Querschnitt einer solchen aufgeschlitzten Röhre bildet keinen in sich geschlossenen Leiter; es kann daher auch noch weniger Magnetismus beim Oeffnen der Kette in ihm entstehen, als in der nicht aufgeschlitzten. Deshalb wirkt die aufgeschlitzte stärker inducirend auf den Schliefsungsdraht. Dafs hierbei die dickere Röhre stärker inducirend wirkt, als die dünnere, ist dadurch erklärlich, dafs sie mehr Masse hat, als die dünnere, und also auch mehr Magnetismus hatte, während die Kette geschlossen war.

Wesentlich verschieden von den Gründen für die schwächere Wirkung des massiven Eisens, als der Drahtbündel und dünnen Bleche, sind die für die schwachen Wirkungen der Drahtbündel, wenn diese mit einer Hülle von einem nicht magnetischen Metalle umgeben werden.

Alsdann entsteht nämlich bei dem Oeffnen der Kette kein Magnetismus in dem Drahtbündel, der das Verschwinden des schon vorhandenen Magnetismus hindern könnte. Aber der aus diesen Drähten verschwindende Magnetismus wirkt auch nicht inducirend auf den Schliefsungsdraht, sondern auf die das Drahtbündel umschliefsende Metallhülle, wenigstens so lange diese einen in sich geschlossenen Leiter bildet.

Allein nicht nur, dafs die inducirende Wirkung des Eisens auf den Schliefsungsdraht aufhört, sondern aufserdem ist auch die inducirende Wirkung des Schliefsungsdrahts auf sich selbst geschwächt, da die Metallhülle einen neben diesem Schliefsungsdraht befindlichen Leiter bildet, auf den der Strom inducirend wirken kann.

Aus dieser Erklärung ergiebt sich gleichfalls, dafs der Einfluſs der Metallhülle gänzlich aufhört, wenn dieselbe der Länge nach aufgeschlitzt ist, weil alsdann in derselben keine Ströme durch Induction mehr entstehen können.

Schliefst man ein Drahtbündel in eine Röhre aus Eisen ein, so hebt auch diese, wie ich gefunden habe, die Wirkung der Drähte auf, so dafs die Zuckungen, welche man erhält, wenn eine Röhre aus Eisen allein angewendet wird, durchaus nicht verstärkt werden, wenn in diese Röhre noch ein Drahtbündel eingeführt wird. Dieſs ist wenigstens der Fall, wenn die Röhre ziemlich stark in Eisen ist, wie das oben erwähnte Stück des Flintenlaufs. Ist dieselbe aber dünn, aus Eisenblech, so zeigt sich eine, wiewohl sehr geringe, Verstärkung der Zuckungen, wenn ein Drahtbündel in die Röhre eingeführt wird. Dieſs beruht ohne Zweifel darauf, dafs die Blechröhre so dünn ist, dafs sie keinen hinreichenden Leiter für den Strom bildet, welcher durch das Verschwinden des Magnetismus aus dem Drahtbündel durch Induction in ihr erzeugt wird. Deshalb entsteht dieser Strom theilweis auch in dem Schliefsungsdraht. Dafs

dieſs nicht auch der Fall ist, wenn statt der dünnen Röhre von Eisenblech eine solche von Messingblech angewendet wird, hat offenbar darin seinen Grund, daſs das Messing ein ungleich besserer Leiter der Elektricität ist, als das Eisen. Ich habe, um dieſs zu bestätigen, eine Röhre aus Neusilber (Argentan) angewendet, das bekanntlich ein aufserordentlich schlechter Leiter der Elektricität ist. Die Stärke des Metalls in dieser Röhre war dieselbe, als in den Röhren aus Messing und Eisenblech. Diese Röhre allein angewendet, brachte eben so wenig eine Verstärkung der Zuckungen hervor, als die Röhre aus Messing. Wurde aber das Drahtbündel mit dieser Umhüllung von Argentan angewendet, so wirkte es gleichfalls, wiewohl sehr schwach, inducirend auf den Schlieſsungsdraht, und brachte eine geringe Verstärkung der Zuckungen hervor. Offenbar war alsdann das Argentan ebenfalls kein hinreichender Leiter für die Erzeugung des Stroms durch Induction. Die Wirkung einer *aufgeschlitzten* eisernen Röhre nimmt, wenn ein Drahtbündel in dieselbe eingebracht wird, bedeutend zu, die aufgeschlitzte Röhre mag dünn oder dick in Eisen seyn.

Die Beobachtung, daſs ein Drahtbündel, das in einer Röhre aus Eisen eingeschlossen ist, nicht stärker inducirend auf den Schlieſsungsdraht wirkt, als die Röhre allein, wenigstens wenn diese einige Masse besitzt, lehrt, daſs eine massive Eisenmasse eigentlich immer nur durch ihre Peripherie inducirend auf den Schlieſsungsdraht wirkt, und daſs der innere Theil des Eisens seine inducirende Wirkung nur auf den äuſseren Theil desselben Metalls, nicht aber auf den Schlieſsungsdraht ausübt. Freilich sollte alsdann die Wirkung einer Röhre abnehmen, wenn Eisen in dieselbe eingebracht wird, sey es in massiver Form oder in Form von Drähten. Weil dieſs, indem es auf die eiserne Röhre inducirend wirkt, in dieser Magnetismus erzeugt, wodurch die Wirkung des verschwindenden Magnetismus des Rohrs abnehmen muſs. Eine

solche Abnahme der inducirenden Wirkung scheint allerdings stattzufinden. Denn wenn man in eine Röhre aus Eisenblech eine massive, die Röhre ganz ausfüllende Eisenmasse bringt, so nehmen die Zuckungen allerdings ab, indefs ist diese Abnahme kaum merklich; und, was sehr zu beachten ist, die Zuckungen sind alsdann immer noch viel stärker, als von der massiven Eisenmasse allein. Ich glaube, dafs man aus diesem Factum den Schlufs ziehen darf, dafs die elektrischen Ströme, welche in dem Eisen durch Induction gebildet werden und Magnetismus in demselben erzeugen, sich auf andere Weise ausbreiten, und nicht an denselben Stellen entstehen, als die, welche den Magnetismus bedingen, den das Eisen hat, während die Kette geschlossen ist. Alsdann nämlich ist es denkbar, dafs die Bildung der ersteren gehindert wird, wenn sich in dem Eisen Trennungen irgend einer Art befinden, selbst solche, die concentrisch sind mit der Richtung des umgebenden Schliefsungsdrahts, während diefs nicht stattfindet für die letzteren. In diesem Falle aber würde der entstehende Magnetismus sehr schwach seyn im Verhältnifs zu dem vorhandenen, und deshalb würde das Eisen stärker inducirend auf den Schliefsungsdraht wirken. Auf dieser Verschiedenheit der den Magnetismus bedingenden elektrischen Ströme scheint die stärkere Wirkung der Röhren vorzugsweise zu beruhen. Ich wage es indefs nicht, auf die Art der Verbreitung dieser Ströme hier weiter einzugehen, da erst fernere Versuche hierüber Aufschlufs gewähren müssen.

Aus diesen Versuchen ergeben sich einige Anwendungen für die Construction solcher elektro-magnetischen Maschinen, welche auf der inducirenden Wirkung des Schliefsungsdrahts einer galvanischen Säule beruhen. Man wird nämlich gut thun, metallene Hülsen zum Aufwickeln des Schliefsungsdrahts zu vermeiden, oder dieselben, wie es schon zu geschehen pflegt, aufzuschlitzen; aufserdem aber Bündel von Eisendraht, und wo möglich von be-

sponnenem Eisendraht, statt der massiven Eisenmassen anzuwenden. Anders verhält es sich mit den Maschinen, welche auf der inducirenden Wirkung von Stahlmagneten beruhen. Bei diesen ist kein galvanischer Strom vorhanden, es kann daher auch nicht beim Verschwinden des Magnetismus aus dem Eisen gleichzeitig Magnetismus in demselben entstehen, und die Wirkung des verschwindenden schwächen. Daher werden hierbei Drahtbündel schwerlich einen Vorzug vor massiven Eisenmassen gewähren. Ich hoffe indefs, dafs die Versuche, mit welchen ich in dieser Beziehung beschäftigt bin, mich in den Stand setzen werden, hierüber etwas bestimmtes mitzutheilen.

VII. *Ueber die Erscheinungen der Gährung, Fäulnifs und Verwesung, und ihre Ursachen; von Justus Liebig.*

(Mitgetheilt vom Verfasser.)

In dem Folgenden will ich versuchen einige Grundsätze zu entwickeln, nach denen, von dem gegenwärtigen Standpunkt der organischen Chemie aus betrachtet, die Erscheinungen beurtheilt werden müssen, welche die von selbst erfolgenden, d. h. durch unbekannte Ursachen veranlafsten, Zersetzungen und Veränderungen der organischen Materien begleiten.

Betrachten wir zuvörderst die Elemente der organischen Verbindungen, so weifs man, dafs *Kohlenstoff*, *Wasserstoff*, *Stickstoff* und *Sauerstoff* zu einander einen höchst ungleichen Grad von Anziehung besitzen.

Wir wissen, dafs bei der Verbrennung eines aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzten Körpers zuerst der Wasserstoff, und nur dann der Kohlenstoff

oxydirt wird, wenn der Sauerstoff mehr beträgt, als der Wasserstoff nöthig hatte, um damit Wasser zu bilden.

Lassen wir nicht mehr Sauerstoff zu, als der Quantität entspricht, die sich mit dem Wasserstoff vereinigt, so schlägt sich der Kohlenstoff als Kienrufs nieder.

Wird eine Verbindung von Stickstoff und Kohlenstoff in der Luft oder im Sauerstoff verbrannt, so geht nur der Kohlenstoff eine Verbindung mit ihm ein, der Stickstoff scheidet sich als Gas ab, nur in seltenen Fällen entsteht hierbei eine Oxydationsstufe des Stickstoffs.

Kohlenstoff und *Stickstoff* stehen mithin in ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff viel weiter von einander, als wie *Kohlenstoff* und *Wasserstoff*.

Wenn dem *Kohlenstoff*, unter geeigneten Bedingungen, *Wasserstoff* und *Sauerstoff* gleichzeitig dargeboten werden, so vereinigt sich der *Kohlenstoff* mit dem *Sauerstoff*, es entsteht *ein* oder *mehrere Oxyde des Kohlenstoffs*.

Die Kohle zerlegt das Wasser, wenn beide z. B. in der Glühhitze mit einander in Berührung kommen, auf der einen Seite werden Kohlenoxyd und Kohlensäure gebildet, auf der andern wird Wasserstoffgas in Freiheit gesetzt. (L. Gmelin. Bunsen.)

Wenn in Fällen ähnlicher Art kein freies Wasserstoffgas bemerkbar ist, so *theilt sich* der *Kohlenstoff* in den *Sauerstoff* und *Wasserstoff*, neben Oxyden des Kohlenstoffs entstehen Verbindungen dieses Körpers mit Wasserstoff.

In seiner Verwandtschaft zum *Wasserstoff* wird der *Kohlenstoff* von dem Stickstoff übertroffen. Wird einer Stickstoff- und Kohlenstoffverbindung unter geeigneten Verhältnissen Wasserstoff dargeboten, und ist nicht mehr Wasserstoff vorhanden, als nöthig ist, um mit dem Stickstoff *Ammoniak* zu bilden, so verbindet sich der *Kohlenstoff* nicht mit *Wasserstoff*.

Diesen chemischen Charakter, das ungleiche Stre-

ben also, was sie besitzen, um mehr oder weniger innige Verbindungen unter einander zu bilden, behaupten diese Elemente, gleichgültig in welcher Form sie auch zu einem zusammengesetzten Körper sich vereinigen mögen.

Die genannten vier Elemente vereinigen sich nun mit einander in den mannigfaltigsten Verhältnissen zu zusammengesetzten organischen Atomen.

Das einfachste unorganische Atom enthält zwei, das einfachste organische Atom unter allen Umständen drei Aequivalente, das Cyan z. B. enthält 2 Aeq. Kohlenstoff und 1 Aeq. Stickstoff.

Im Allgemeinen enthalten die organischen Verbindungen eine gröfsere Anzahl von Atomen oder Aequivalenten in einem zusammengesetzten Atom als die unorganischen; aber auch unter den ersteren finden grofse Verschiedenheiten statt. Ein Atom krystallisirter Traubenzucker, welcher 36 Aeq. an Bestandtheilen enthält, ist ein complexer Atom, verglichen mit der krystallisirten Essigsäure, worin nur 12 Aeq. sich befinden; Amygdalin enthält in 1 At. 90 Aeq., und die Bestandtheile der thierischen Materien übertreffen an Zusammengesetztheit bei weitem die so eben genannten.

Der Charakter einer organischen Verbindung ist abhängig von einer eigenthümlichen Form, in der die Elemente sich vereinigt haben.

Zwei und mehr Elemente oder Aequivalente von Elementen sind darin in der Form von zusammengesetzten Radicalen enthalten; ihre Verschiedenheit bei gleicher oder ungleicher Zusammensetzung ist ausschliefslich abhängig von der Form und Zusammensetzung dieser Radicale. In einem organischen Atom sind mithin zweierlei Arten von Anziehung thätig.

1. *Die Anziehung des aus Kohlenstoff und Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Wasserstoff etc. zusammengesetzten Radicals zu dem Sauer-*

stoff oder den andern einfachen oder zusammengesetzten Radicalen, mit denen es verbunden ist.

2. *Die besonderen höchst ungleichen Grade von Anziehungen, welche die Elemente, der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, zu einander besitzen.*

Dem Streben der Elemente, sich nach den Graden ihrer Verwandtschaft mit einander zu einfacheren innigeren Verbindungen zu ordnen, wirkt die Verwandtschaft des Radicals entgegen.

Durch die überwiegende Verwandtschaft des Radicals wird der Charakter, die Eigenthümlichkeit der Verbindung behauptet, indem in Folge derselben die Bestandtheile in einer bestimmten Ordnung zusammengehalten werden. Die ungleiche Verwandtschaft der Elemente zu einander strebt diese Eigenthümlichkeit zu vernichten.

Mit dem Ausdruck *chemische Differenz* will ich in dem Folgenden, um Wiederholungen zu vermeiden, den Einfluss bezeichnen, den diese speciellen Verwandtschaften auf das Bestehen des organischen Atoms ausüben.

Ein organischer Atom enthält, wie aus dem Vorhergehenden sich von selbst ergiebt, in seiner eigenthümlichen Constitution eine Ursache, die seine eigene Vernichtung herbeiführt, sobald das Streben seiner Elemente, sich zu einfacheren Verbindungen je nach ihren speciellen Verwandtschaften zu ordnen, mithin ihre chemische Differenz durch irgend andere Ursachen das Uebergewicht über die Verwandtschaft des Radicals erhält.

Die Veränderungen, welche die organischen Atome durch fremde Ursachen erleiden, in sofern hierdurch eine neue Ordnung ihrer Elemente veranlasst wird, begreift man im Allgemeinen unter *organischen Metamorphosen*. Sie unterscheiden sich von anderen Zersetzungsweisen, in sofern alle Elemente an der Umsetzung Antheil nehmen, kein einzelnes Element mithin abgeschieden wird.

In demselben Verhältnis, als die Anzahl der Atome

der Elemente in einem einzelnen organischen Atom zunimmt, wachsen die speciellen Anziehungen der Elemente, und damit die Leichtigkeit eine Metamorphose zu erleiden, sie wächst mit der Anzahl und Verschiedenheit der Elemente und mit der chemischen Differenz seiner Bestandtheile.

In organischen Atomen, welche nur zwei Elemente enthalten, kann ohne Ausscheidung eines Elementes nur einerlei Art von Metamorphose stattfinden. Entweder treten mehrere einfache Atome derselben Verbindung einer niederen Ordnung zu einem complexen Atom einer höheren Ordnung zusammen (Cyan zu Paracyan), (Kohlenstoff und Wasserstoff zu flüssigen und festen Verbindungen von gleicher procentischer Zusammensetzung), oder ein complexer Atom zerfällt in einfache Atome einer niederen Ordnung.

In sehr einfach zusammengesetzten Atomen, welche drei Elemente enthalten, ist die Verwandtschaft des Radicals meistens überwiegend über die speciellen Anziehungen, welche die Elemente zu einander haben; diese Verbindungen besitzen einen bestimmten chemischen Charakter, sie sind Säuren oder Basen, oder unfähig eine Verbindung einzugehen (neutral).

Die mehr complexen Atome, in denen die Verwandtschaft des Radicals im Gleichgewicht gehalten wird, durch die speciellen Anziehungen der Bestandtheile, besitzen einen unbestimmten chemischen Charakter, sie sind Säuren gegen starke Basen und Basen gegen starke Säuren.

Die Metamorphosen werden bedingt durch eine Störung des Gleichgewichts in der Anziehung des Radicals zu den Elementen oder Radicalen, mit denen es verbunden ist, in Folge einer Steigerung der chemischen Differenz seiner Elemente.

Diese Störung wird bewirkt:

a) *Durch Aenderung des Cohäsionszustandes, wel-*

che zwei oder mehr seiner Elemente durch den Einfluſs der Wärme erfahren.

b) *Durch Berührung mit einem dritten Körper, der keine Verbindung hierbei eingeht.*

c) *Durch Hinzutreten der Elemente des Wassers.*

d) *Durch gleichzeitiges Zusammentreffen von mehreren dieser Ursachen.*

Der Erfolg der durch diese Ursachen herbeigeführten Metamorphosen ist entweder ein Zerfallen eines complexen Atoms in zwei oder mehr zusammengesetzte Atome von gleicher oder ungleicher Zusammensetzung (*Polymorphose*), oder ein Zusammentreten von zwei oder mehr einfacheren Atomen zu einem einer höheren Ordnung (*Symmorphose*).

Beispiele der Symmorphose sind:

1) Das Zusammentret. v. 3 Aeq. Cyan zu 1 Aeq. Paracyan.
2) - - - 3 - Cyanwasserstoff zu 1 Aeq. Paracyanwasserstoff.
3) - - - 3 - Cyansäure zu 1 Aeq. Cyanursäure.
4) - - - 3 - gasförmigem Chlorcyan zu 1 Aeq. festem Chlorcyan.
5) - - - 3 - Cyan und 1 Aeq. Stickstoff zu 1 Aeq. Mellon.
6) - - - 2 - Cyanwasserstoff und 1 Aeq. Cyaneisen zu 1 Aeq. Eisenblausäure.
7) - - - 3 - Aldehyd zu 1 Aeq. Metaldehyd.
8) Die Verwandlung des Cyansäurehydrats in Cyamelid.
9) Die Verwandlung des cyansauren Ammoniaks in Harnstoff etc. etc.

Der Erfolg der Metamorphose eines organischen Atoms durch den Einfluſs der Wärme ist bei stickstoff-

freien *eine Theilung des Kohlenstoffs in den Wasserstoff und Sauerstoff der Verbindung, es entsteht auf der einen Seite ein Oxyd des Kohlenstoffs und auf der andern eine oder mehrere Verbindungen, welche allen Wasserstoff enthalten.*

Essigsäure z. B. zerfällt in Kohlensäure und Aceton, Meconsäure in Kohlensäure und Komen- oder Pyromeconsäure.

Oder es entsteht Wasser und eine Verbindung, welche allen Kohlenstoff enthält.

Aepfelsäure zerlegt sich in Wasser und Fumar- oder Equisetsäure; ameisensaures Ammoniak in Wasser und Blausäure.

Bei gleichzeitigem Auftreten von Wasser und Kohlensäure wird Kohle abgeschieden; man erhält in Folge der Umsetzung der Elemente der entstandenen neuen Verbindungen eine grofse Mannigfaltigkeit von neuen Producten. Diefs ist der Erfolg einer Zersetzungsweise, die man im Allgemeinen mit *trockner Destillation* bezeichnet.

Bei näherer Betrachtung des Vorgangs der trocknen Destillation beobachtet man leicht, dafs alle Producte, die hierbei auftreten, welcher Art sie auch seyn mögen, stets in Folge einer und derselben Umsetzungsweise gebildet werden; es ist eine Theilung des Kohlenstoffs in den Wasserstoff und Sauerstoff der Substanz. Die Endresultate dieser Zersetzung sind Kohlensäure und Kohlenoxyd auf der einen, und gasförmige flüssige und feste Kohlenwasserstoffverbindungen auf der andern Seite. Bei einem Ueberschufs von Kohlenstoff bleibt Kohle im Rückstand. Wenn bei trocknen Destillationen Wasser gebildet wird, so entsteht in den meisten Fällen keine Kohlensäure, sondern ein Oxyd einer Kohlenwasserstoffverbindung; bei steigender Temperatur ist es diese Verbindung, welche bei ihrer Zersetzung Kohlensäure unter Rücklassung von Kohle liefert. Alkoholdämpfe durch ein schwach glühendes Rohr getrieben, zerlegen sich in Al-

de-

dehyd, Wasser, ölbildendes Gas und Sumpfgas. Zukker liefert Wasser und Caramel. Stickstoffhaltige Materien liefern Oxyde des Kohlenstoffs, oder Oxyde eines Kohlenwasserstoffs auf der einen, Ammoniak und Kohlenwasserstoffverbindungen auf der andern Seite.

Die trockne Destillation ist mithin eine im Innern der Substanz vorgehende Verbrennung von einem Theil ihres Kohlenstoffs oder Wasserstoffs auf Kosten von allem oder von einem Theil ihres Sauerstoffs, in deren Folge sich die übrigen Elemente zu neuen Verbindungen ordnen.

Je gröfser die Anzahl der Atome ist, welche Bestandtheile des organischen Atoms ausmachen, desto zahlreicher und mannigfaltiger sind die Producte, die hierbei auftreten. Bei der trocknen Destillation des Holzes bildet sich unter andern, als das merkwürdigste Product, der Holzgeist, neben Kohlensäure, Essigsäure und zahllosen Kohlenwasserstoffverbindungen.

Die chemische Natur der Producte, die durch den Einflufs der Wärme auf organische Körper gebildet werden, ist meistens ausschliefslich abhängig von ihrer Fähigkeit, bei einer gewissen Temperatur Gasform anzunehmen, und sich damit jeder weiteren Veränderung zu entziehen. In diesen Fällen wirkt mithin die Wärme gleich einer prädisponirenden Verwandtschaft, und sie müssen von den eigentlichen Metamorphosen gesondert werden, wo diese Ursache nicht mitwirkt.

Bei dem Zerfallen der Essigsäure besitzt der Körper, dessen Bestandtheile sich umsetzen (Essigsäure), und die entstehenden Producte (Kohlensäure und Aceton) einerlei Zustand, es ist eine reine Metamorphose.

Es ist klar, dafs die Theilung der Elemente durch Störung des Gleichgewichtes der Bestandtheile einer Verbindung nach den nämlichen Gesetzen vor sich gehen mufs, wenn die Bestandtheile des Wassers daran Antheil nehmen, oder wenn dem Einflufs der Flüchtigkeit eine

Gränze gesetzt wird, wenn z. B. organische Materien mit Wasser einer höheren Temperatur ausgesetzt werden.

Oxalursäure zersetzt sich bei 100° in *Kleesäure* und *Harnstoff*. *Oxamid* mit Wasser auf 220° erhitzt, assimilirt die Elemente von 2 At. Wasser, auf der einen Seite entstehen in beiden Fällen Oxyde des Kohlenstoffs, welche allen oder den gröfsten Theil des Sauerstoffs, auf der andern eine Stickstoffverbindung, die allen Wasserstoff enthält (Henry). *Asparagin* verwandelt sich bei 150° in *asparaginsaures Ammoniak*.

Durch die Metamorphose der *Harnsäure* verwandelt sie sich beim Hinzutreten der Elemente des Wassers bei 200° ohne Gasentwicklung in *Ammoniak* und eine gelbe, nicht im Wasser lösliche Säure, welche allen Kohlenstoff enthält.

Rohrzucker oder *Stärke* mit Wasser auf 200° erhitzt, verwandeln sich beide durch Aufnahme von Wasser in *Traubenzucker*.

Die Metamorphose der Oxalursäure, des Oxamids, ist absolut die nämliche, wie die der Stärke; der einzige Unterschied zwischen beiden ist dadurch gegeben, dafs wir die Form zu kennen glauben, welche das Wasser annimmt, wenn es sich dem Oxamid assimilirt, während wir die Form nicht kennen, in welche es tritt, wenn es sich mit der Stärke verbindet; dafs mithin die ersteren in zwei Verbindungen einer anderen Ordnung zerlegt und wieder zusammengesetzt werden können, während uns diefs beim Zucker nicht gelingt.

Die Störung des Gleichgewichts, die Erhöhung der chemischen Differenz der Elemente durch die erhöhte Temperatur, bei Gegenwart von Wasser, dessen Elemente an der Umsetzung der Atome Antheil nehmen, bewirkt in den angegebenen Fällen eine Metamorphose (Oxamid, Oxalursäure) oder eine Symmorphose (Stärke und Zucker).

Die *erhöhte Temperatur* kann in allen diesen Fäl-

len, durch Berührung mit andern Körpern, durch *chemische Verwandtschaften* ersetzt werden, gleichgültig, ob die hierzu dienenden Körper eine Verbindung mit dem neuen Product oder mit einem seiner Bestandtheile einzugehen vermögen oder nicht.

Rohrzucker verwandelt sich, in verdünnter Schwefelsäure gelöst, bei gewöhnlicher Temperatur in *Traubenzucker.*

100 Th. *Stärke* mit 600 Th. Wasser und 10 Th. Schwefelsäure verwandeln sich bei 102° (beim Sieden der Mischung) *in* 7 *Stunden* in Traubenzucker, bei 120° geht die nämliche Metamorphose *in einigen Minuten*, und bei 109° geht sie in drei Stunden vor sich, wenn, anstatt 10 Th. Schwefelsäure, nur 1 Th. genommen wird.

Meconsäure in Berührung mit heifser Salzsäure zerfällt augenblicklich in *Komensäure* und *Kohlensäure; Alloxan* in *Kleesäure*, *Alloxantin* und *Oxalursäure; Salicin* mit verdünnter Schwefelsäure in *Saliretin* und *Traubenzucker; Phloridzin* in *Phloretin* und denselben Körper; *Asparagin* mit Säuren in *asparaginsaures*, Oxamid in *oxalsaures Ammoniak.*

Die Metamorphosen des Oxamids und Asparagins durch Säuren erklärt man gewöhnlich als bedingt durch eine Prädisposition der Säure zum Ammoniak; allein $\frac{1}{100}$ Kleesäure bewirkt sie ebenfalls, und salpetersaurer Kalk bewirkt sie nicht, obwohl in dem letzteren Fall zwei Verwandtschaften, die der Salpetersäure zum Ammoniak und die der Oxalsäure zum Kalk, in Thätigkeit gesetzt werden.

Durch prädisponirende Verwandtschaft, durch die Einwirkung von Säuren und Alkalien und andern Körpern wird das Gleichgewicht zwischen den Anziehungen der Elemente einer organischen Verbindung unter allen Umständen gestört; es bilden sich durch Umsetzung der Elemente neue Producte, deren chemische Eigenschaften

entgegengesetzt sind den Eigenschaften des einwirkenden Körpers, und die mithin seiner Wirkung eine Gränze setzen, indem sie sich mit ihm verbinden.

Starke Säuren veranlassen die Bildung von Wasser oder eines basischen Körpers; starke Basen zwingen gewissermafsen die Elemente zu einer Säure zusammenzutreten, wobei gewöhnlich die Elemente des Wassers Antheil nehmen.

Diese Art von Zersetzungen sind vollkommen denen ähnlich, welche die unorganischen Verbindungen durch dieselben Ursachen erleiden.

Es findet kein anderer Unterschied statt, als dafs bei organischen Verbindungen die Anzahl der Producte, die hierbei gebildet werden können, und die Leichtigkeit eine Metamorphose zu erleiden, in demselben Grade zunehmen, als die Anzahl der Atome der Elemente in einem organischen Atom, und die chemische Differenz seiner Bestandtheile gröfser ist.

Bei unorganischen Atomen oder bei einfach zusammengesetzten organischen (Kleesäure und Schwefelsäure) ist die Zersetzung an eine bestimmte Bedingung geknüpft; allein bei complexen organischen Atomen ändern sich die Producte mit der Verschiedenheit, der Concentration des einwirkenden Körpers und mit der Temperatur, bei welcher die Zersetzung vor sich geht.

An der Mannigfaltigkeit der Umsetzungen und Zersetzungsproducte kann am sichersten die complexe Zusammensetzung eines organischen Atoms beurtheilt werden, da alle in der unorganischen Chemie geltenden Anhaltspunkte, die Menge der Substanz z. B. die sich mit 1 Aeq. Basis verbindet, ihre Bedeutung völlig verlieren. Das Atomgewicht des Alloxans ist völlig unbekannt, und die Zweifel über die wahre Formel des Zuckers können nach den bekannten Regeln nicht gelöst werden.

Es ist klar, dafs mit der Zunahme des Sauerstoffs in einem organischen Atom die Leichtigkeit seiner Zer-

legung wächst, eben weil mit der Masse des Sauerstoffs seine Verwandtschaft zu den Elementen zunimmt, welche das Radical bilden; in dem nämlichen Verhältnifs mufs natürlich seine Zersetzbarkeit mit der Menge des Sauerstoffs abnehmen (Ammelin, Melamin, Talgsäure etc.).

Die Kraft, mit welcher die Bestandtheile eines Körpers zu einer Verbindung von bestimmten Eigenschaften zusammengehalten werden, ist unter den bekannten Verbindungen unendlich verschieden. Es giebt Verbindungen, welche durch die stärksten Verwandtschaften nicht überwunden werden können, es giebt andere, welche sich durch die schwächsten Störungen des Gleichwichts in den Anziehungen ihrer Bestandtheile zerlegen, wo die unmerklichsten Temperaturunterschiede, die kleinste Störung des Elektricitätszustandes ein Zerfallen bewirken. In der Natur ist aber ein ewiger Wechsel der Temperatur an und für sich gegeben, und jede Berührung zweier differenten Körper bewirkt, da eine absolute Indifferenz in der Anziehung zwischen verschiedenartigen chemischen Verbindungen nicht denkbar ist, eine Störung der Affinität, und da zwei Körper nicht gepreſst, geschlagen, gerieben oder nur berührt werden können, ohne den Elektricitätszustand zu ändern, so sind diefs hinreichende Störungen der Affinität bei Verbindungen, in welchen die Verwandtschaft der Bestandtheile unendlich klein ist.

Das *zweite Oxyd des Wassers*, die höchste *Schwefelungsstufe des Wasserstoffs*, die *Nitroschwefelsäure* und mehrere andere Körper gehören zu dieser Klasse von Verbindungen; sie zerlegen sich nach und nach unabwendbar von selbst durch die kleinsten Temperaturwechsel, und diese nach und nach vorgehende Zersetzung wird zu einer augenblicklichen, durch Berührung mit fein zertheilter Kohle, Platin und zahllosen andern festen Körpern, ohne dafs diese hierbei eine Veränderung erleiden.

Man hat zur Erklärung dieser Zersetzungsweisen eine besondere Ursache gesucht; allein mit Unrecht. Wenn

man nicht annehmen will, dafs Reibung oder Stofs die katalytische Kraft in dem *knallsauren Silberoxyd*, -*Quecksilberoxydul*, in dem Berthollet'schen *Knallsilber*, dafs sie bei dem *Chloroxyd* oder der *chlorigen* Säure die Wärme der Hand, oder eine etwas höhere Temperatur hervorruft, so kann diese Kraft ebenfalls bei der Zersetzung des *Wasserstoffschwefels* oder *Wasserstoffsuperoxyds* nicht thätig seyn, der Unterschied liegt lediglich darin, dafs die Zersetzung in dem einen Fall in einem *festen* Körper, in dem andern in einem *Gase*, und in den Fällen, wo man die neue Ursache voraussetzt, in einer *Flüssigkeit* vor sich geht.

Ich habe in dem Vorhergehenden die Ursachen angedeutet, welche die Metamorphosen der organischen Atome bedingen, und die Regeln berührt, nach denen die Umsetzungen der Elemente in allen denjenigen Fällen erfolgen, welche von den gewöhnlichen chemischen Zersetzungen abweichen.

Ich will nun jetzt die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf eine bis jetzt nicht beachtete Ursache lenken, durch deren Wirkung die Metamorphosen und Zersetzungserscheinungen hervorgerufen werden, die man im Allgemeinen mit *Verwesung*, *Fäulnifs*, *Gährung* und *Vermoderung* bezeichnet.

Diese Ursache ist die Fähigkeit, welche ein in Zersetzung oder Verbindung, d. h. in einer chemischen Action begriffener Körper besitzt, in einem andern ihn berührenden Körper dieselbe Thätigkeit hervorzurufen oder ihn fähig zu machen, dieselbe Veränderung zu erleiden, die er selbst erfährt.

Diese Wirkungsweise läfst sich am besten durch einen brennenden Körper (einen in Action begriffenen) versinnlichen, mit welchem wir in andern Körpern, indem wir sie den brennenden nähern, dieselbe Thätigkeit hervorrufen.

Die Fähigkeit eines in Zersetzung oder Verbindung

begriffenen Körpers in einem andern Affinitäten hervorzurufen, die vorher nicht vorhanden waren, oder die Verwandtschaft seiner Elemente in dem Grade zu steigern, dafs sie Verbindungen eingehen, die sie vorher nicht eingingen, ist ein eigenthümliches Vermögen, eine besondere Aeufserung der Affinität, wirkend gleich einer eigenthümlichen Kraft. Bei dem brennenden Körper ist diese Ursache die erhöhte Temperatur.

Die Allgemeinheit dieser Ursache liefse sich mit zahllosen Erfahrungen belegen; es wird genügen, wenn ich einige davon hier anführe.

Platin z. B. besitzt nicht die Fähigkeit, die Salpetersäure zu zerlegen und sich darin zu lösen. Mit *Silber* legirtes Platin löst sich mit Leichtigkeit in Salpetersäure. Die Fähigkeit, welche das Silber besitzt, überträgt sich auf das Platin, dem sie für sich abgeht; beide Metalle nehmen Sauerstoff auf, indem sie die Salpetersäure zerlegen.

Manganhyperoxyd, *Silberoxyd*, *Bleioxyd* und andere Oxyde zerlegen das Wasserstoffhyperoxyd; aber diese Oxyde erfahren für sich die nämliche Zersetzung, mit dem Sauerstoff des *Wasserstoffoxyds* entwickelt sich aller Sauerstoff des Silberoxyds, die Hälfte des Sauerstoffs des Bleioxyds und bei Gegenwart einer Säure die Hälfte des Sauerstoffs des Manganhyperoxyds, und bei diesen Körpern geht die Zersetzung in verdünnten Flüssigkeiten ohne die merklichste Temperaturerhöhung vor sich.

Stickgas kann im Sauerstoffgas nicht zum Verbrennen gebracht werden; mit Wasserstoffgas gemengt und in der Luft oder im Sauerstoffgas angezündet, verbrennt der Wasserstoff zu Wasser, der *Stickstoff* zu *Salpetersäure*.

Das Wasser wird bei Gegenwart von Schwefelsäure nicht durch Kupfer zerlegt, nur schwierig und bei Anwendung von Wärme durch das Nickel, mit Leichtigkeit durch Zink. *Neusilber*, die bekannte Legirung die-

ser drei Metalle, löst sich mit Leichtigkeit unter Wasserstoffgasentwicklung in verdünnter Schwefelsäure. Das Zink ertheilt hier dem Kupfer eine Fähigkeit, die es für sich selbst nicht besafs.

Die merkwürdigste Beobachtung in Beziehung auf organische Verbindungen ist von Th. de Saussure gemacht worden. In seiner Abhandlung [1]) über den Einfluſs gährender Materien auf ein Gemenge von Knallluft hat derselbe den Vorgang der Gährung bei weitem mehr aufgeklärt, als es durch alle vor ihm angestellte Untersuchungen geschehen ist.

Mit Wasser durchdrungene *Dammerde*, *Ackererde*, *Holzfaser* (*Baumwolle*), *Seide*, *Saamen* nehmen unter bestimmten Bedingungen Sauerstoff auf, indem sie Kohlensäure abgeben; dieſs ist eine bekannte Erfahrung.

Werden aber unter den nämlichen Bedingungen dieselben Materien in eine Mischung von Sauerstoff und Wasserstoffgas gebracht, so verschwindet mit dem Sauerstoffgas gleichzeitig Wasserstoffgas, beide vereinigen sich zu Wasser. Die Veränderung, welche die organische Substanz erleidet, theilt sich dem Wasserstoff mit.

Die angeführten Erfahrungen reichen hin, um die Existenz dieser eigenthümlichen Wirkungsweise darzuthun, ich habe noch Gelegenheit im Verfolg dieses Gegenstandes Beispiele anderer Art zu erwähnen, welche genügen, um jeden Zweifel zu verbannen.

Ehe ich auf eine nähere Entwicklung eingehe, ist es nöthig einige bestimmtere Begriffe über das Wesen der oben bezeichneten Erscheinungen festzusetzen.

Unter *Verwesung* (Eremacausie, von *ἠρέμα*, allmälig, und *καῦσις*, Verbrennen) begreift man im Allgemeinen die Veränderungen, welche organische Materien bei gewöhnlicher oder in einer die gewöhnliche etwas übersteigenden Temperatur erfahren. Diese Veränderungen finden nur statt in befeuchtetem Zustande, sie hören bei

1) *Biblioth. univ. de Genève*, *Febr.* 1838, *p.* 380.

dem Gefrierpunkte des Wassers auf, sie stellen sich bei Abschluſs des Sauerstoffs nicht ein.

Wird bei einem in Verwesung begriffenen Körper der Zutritt der Luft durch Wasser abgeschlossen, so geht er in *Fäulniſs* über.

Die Verwesung ist eine Verbrennung in niederer Temperatur, in welcher die Elemente der Substanz, je nach ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff, ungleichen Antheil nehmen.

Die *Fäulniſs* ist eine Verwesung, in welcher der Sauerstoff der Atmosphäre keinen Antheil nimmt, es ist eine Verbrennung von einem oder mehreren Elementen der Substanz, auf Kosten des in der Materie selbst enthaltenen Sauerstoffs, oder des Sauerstoffs des Wassers, oder auf Kosten beider zugleich.

Bei gehindertem Zutritt des Sauerstoffs und bei Mangel von Wasser tritt Fäulniſs und Verwesung gleichzeitig ein; diesen Zersetzungsproceſs nennt man *Vermoderung* (Aposepsie).

Mit *Gährung* (Fermentatio) bezeichnet man die Fäulniſs von vegetabilischen Substanzen, welche bei diesem Zersetzungsproceſs keinen, oder keinen unangenehmen Geruch verbreiten.

Nach dem bekannten Verhalten der Elemente organischer Körper muſs als Grundsatz angenommen werden, daſs in einem aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzten verwesenden Körper ein Theil oder aller Wasserstoff sich, als der verbrennlichste Bestandtheil, zuerst und ausschlieſslich mit dem einwirkenden Sauerstoff verbindet und damit Wasser bildet; der Sauerstoff der Substanz bleibt mit den übrigen Elementen entweder zu einem oder mehreren an Wasserstoff ärmeren Oxyden vereinigt, oder er verbindet sich mit einem Theil des Kohlenstoffs der Materie zu Kohlensäure, die sich von den übrigen Elementen trennt.

Der Kohlenstoff der Substanz geht allein und direct

nicht eher eine Verbindung mit dem einwirkenden Sauerstoff ein, als bis aller damit verbundene Wasserstoff in Wasser verwandelt ist.

Eine Substitution des Wasserstoffs durch ein Aequivalent Sauerstoff findet in der Verwesung nicht statt.

Wird bei dem Acte der Verwesung mehr Sauerstoff aufgenommen, als der Menge des in Wasser verwandelten Wasserstoffs entspricht, so ist ein wasserstoffärmeres Oxyd entstanden, was die Fähigkeit besitzt, Sauerstoff aufzunehmen und eine höhere Oxydationsstufe zu bilden.

Diese Regeln sind abgeleitet von den zwei Verwesungsprocessen, welche ausschliefslich studirt und bekannt sind; von der Essigsäurebildung aus Alkohol und der Humusbildung aus verwesenden Vegetabilien. Es bedarf, wie sich von selbst versteht, weiterer Erfahrungen, um sie zu berichtigen und zu erweitern.

In der Verwesung des Alkohols werden durch den einwirkenden Sauerstoff zwei Aequivalente Wasserstoff hinweggenommen und in Wasser verwandelt, es bleibt ein an Wasserstoff ärmeres Oxyd, der *Aldehyd*, welcher allen Sauerstoff des Alkohols enthält.

Bei weiterer Einwirkung des Sauerstoffs nimmt der *Aldehyd* zwei Aequivalente Sauerstoff auf und verwandelt sich in Essigsäure. Eine Substitution nach Art, wie sie der Wasserstoff durch *Chlor*, *Jod* und *Brom* durch Körper erfährt, von denen Dumas es wahrscheinlich gemacht hat, dafs sie nach ähnlichen Regeln, wie bei den isomorphen Substanzen, vor sich geht, findet demnach in der Essigbildung nicht statt.

In der Verwesung des Holzes wird für jedes Volumen des aufgenommenen Sauerstoffs 1 Vol. Kohlensäure abgeschieden.

Wäre die Kohlensäurebildung in diesem Procefs eine Folge der directen Oxydation des Kohlenstoffs, so müfste eine Materie zurückbleiben, von gröfserem Wasserstoff-

und geringerem Kohlenstoffgehalt. Dieſs ist nicht der Fall.

Es bleibt eine Substanz zurück, welche die Elemente des Wassers und mehr Kohlenstoff enthält, als der Körper, aus dem sie sich gebildet hat.

Es ist demnach gewiſs, daſs der aufgenommene Sauerstoff an den Wasserstoff getreten ist, während die Kohlensäure von der Holzfaser herrührt.

Drückt man die Zusammensetzung des Holzes durch die Formel $C_{36}H_{48}O_{24}$
aus, so werden bei seiner Verwesung
24 At. Wasserstoff hinweggenommen H_{24}

die sich mit 12 At. Sauerstoff zu Wasser verbinden. Von den Elementen,
welche übrig bleiben $C_{36}H_{24}O_{24}$
trennen sich 6 At. Kohlensäure $C_6 \quad O_{12}$

es bleibt *Humus*, *Ulmin*, eine an Kohlenstoff reichere Verbindung $C_{30}H_{24}O_{12}$ [1]) welche Wasserstoff und Sauerstoff nicht in der Form von Wasser enthält, und die mithin fähig ist weiter zu verwesen, d. h. durch Sauerstoff weitere Veränderungen zu erfahren. Denkt man sich allen Wasserstoff hinweggenommen und allen Sauerstoff in der Form von Kohlensäure von dem Holz getrennt, so bleiben zwei Drittel von dem Kohlenstoff der Substanz in mehr oder weniger fein zertheiltem Zustande.

Das erste Product dieser Verwesung ist *Humus*, das letztere der *Moder*. Der Moder ist Kohle, welche, in Verbindung mit Wasserstoff und Sauerstoff in der Form von Wasser, den Hauptbestandtheil des *Torfs* und der *Braunkohle* ausmacht [2]).

1) Der von Hrn. Malaguti analysirte, aus dem Zucker durch Behandlung mit Säuren erhaltene Körper (*acide ulmique, ulmine*), enthält die in dieser Formel aufgeführten Verhältnisse an Elementen plus 3 At. Wasser.

2) Die Braunkohle von *Salzhausen*, *Nauheim* und *Laubach*, welche

Reiner Moder, so wie er in dem Torf und der Braunkohle enthalten ist, hat eben so wenig Einfluſs auf die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen, als wie fein zertheilte Holzkohle oder Kienruſs; denn er ist ausschlieſslich bedingt durch die bei der Verwesung des Holzes und des Humus erzeugte Kohlensäure. Jede Beurtheilung der Güte des Bodens aus der Menge der in Kali löslichen Materien wird damit unzuverlässig und ungenau.

Die *Fäulniſs* entsteht in Folge einer Störung des Gleichgewichts in den Anziehungen der Elemente eines complexen organischen Atoms.

Das Endresultat dieser Umsetzung ist eine neue Ordnung der Elemente, welche ausschlieſslich abhängig ist von der besonderen Verwandtschaft, die sie zu einander haben, indem keine Art von Prädisposition auf sie einwirkt; sie erfolgt nur bei Gegenwart von Wasser, dessen Elemente meistens Antheil an dieser Umsetzung nehmen.

In dieser Beziehung sind die Producte der Fäulniſs absolut ähnlich den Producten, die sich durch den Einfluſs der Wärme auf organische Materien bilden.

Der einzige Unterschied zwischen der trocknen Destillation und der Fäulniſs beruht darauf, daſs der Einfluſs, den die Flüchtigkeit oder Feuerbeständigkeit der Producte auf ihre Bildung ausübt, bei der Fäulniſs hinwegfällt, so daſs mithin beide nur in denjenigen Fällen vollkommen mit einander vergleichbar sind, wo aller Kohlenstoff Antheil an der Metamorphose nimmt. Man könnte die Fäulniſs eine trockne Destillation nennen, welche im Wasser und in einer die gewöhnliche um etwas übersteigenden Temperatur vor sich geht, wenn der Ausdruck trockne Destillation dem Begriff einer Metamorphose substituirt wird.

frei ist von bituminösen Bestandtheilen, enthält Sauerstoff und Wasserstoff in dem nämlichen Verhältniſs wie im Wasser.

Traubenzucker und Essigsäurehydrat haben einerlei Zusammensetzung.

Der Zucker zerlegt sich bei seiner Fäulnifs in Kohlensäure und Alkohol. Die Kohlensäure enthält $\frac{2}{3}$ von dem Sauerstoff, der Alkohol allen Wasserstoff des Zukkers.

Die Essigsäure zerfällt in ihrer Metamorphose durch Wärme in Kohlensäure und Aceton. Die Kohlensäure enthält $\frac{2}{3}$ von dem Sauerstoff, das Aceton allen Wasserstoff der Essigsäure.

Ein in Verwesung begriffener Körper fault, wenn die Luft abgeschlossen wird, ein in Fäulnifs begriffener nimmt an der Luft Sauerstoff auf, er verwest.

Alle antiseptischen Materien verhindern die Verwesung, alle die Verwesung aufhebende Substanzen (Sublimat, Holzkohle) verhindern die Fäulnifs.

Feuchte vegetabilische Materien verwesen an der Luft, sie nehmen Sauerstoff auf, der sich mit ihrem Wasserstoff verbindet, der Sauerstoff der Substanz vereinigt sich mit einem Theil ihres Kohlenstoffs zu Kohlensäure, die sich als Gas entbindet.

In einer Atmosphäre von Wasserstoffgas hört die Verwesung dieser Materien auf, sie gehen in Fäulnifs über, eben so wie in der Luft entwickeln sie Kohlensäure. Es ist evident, dafs der Sauerstoff dieser Kohlensäure von der Substanz und nicht von der Atmosphäre hergenommen wird (Saussure).

Pflanzenfaser, welche unter Wasser fault (auf dem Boden von Sümpfen), entwickelt Kohlensäure und Kohlenwasserstoffgas. 1 At. Holz und 3 At. Wasser enthalten die Elemente von 6 At. Kohlensäure und 6 At. Sumpfgas.

Speisen und andere Stoffe in einem hermetisch geschlossenen Gefäfse zur Siedhitze des Wassers erwärmt, lassen sich unverändert aufbewahren. Der Sauerstoff der eingeschlossenen Luft, als Bedinger der Verwesung

und in Folge derselben der Fäulnifs, geht eine Verbindung in einer Temperatur ein, in welcher keine Fäulnifs stattfinden kann. Wird das Gefäfs geöffnet, so fängt bei Luftzutritt die Verwesung und Fäulnifs wieder an.

Die meisten Braunkohlenarten und Torf, welche Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnifs wie im Wasser enthalten, sind nnzweifelhaft entstanden in Folge der Vermoderung der Holzfaser; durch *Verwesung* trennte sich aller oder ein Theil des Wasserstoffs, durch *Fäulnifs* der Sauerstoff derselben von den Elementen des Holzes. Denkt man sich die letztere Metamorphose in einer etwas höheren Temperatur und unter einem hohen Drucke vor sich gehend, so müfsten auf der einen Seite ungeheure Massen von Kohlensäure und auf der andern Ablagerungen von Kohlenstoff entstehen, die einen Theil des Wasserstoffs der Substanz enthalten; die *Steinkohlen* und manche Arten von Braunkohlen sind diese Ueberreste der Metamorphose des Holzes, eine Beziehung zwischen ihrer Zusammensetzung und der des Holzes kann jetzt mit Leichtigkeit nachgewiesen werden.

Nach der Analyse von Richardson und Regnault wird die Zusammensetzung der brennbaren Materie der Splintkohle von Newcastle und Cannelkohle von Lancashire durch die Formel $C_{24} H_{26} O$ oder durch $C_{24} H_{24} + H_2 O$ ausgedrückt. Diefs ist aber die Zusammensetzung des Ulmins, von dem sich die Elemente von 6 At. Kohlensäure getrennt haben.

Die Backohle von Caresfield bei Newcastle ist aus Cannelkohle entstanden, indem sich von den Elementen derselben die Bestandtheile von 4 At. Kohlenstoff und 8 At. Wasserstoff abgeschieden haben.

Diese Entwicklungen sind, wie sich von selbst versteht, nur als Vermuthungen zu betrachten, die sich von den angenommenen nur in sofern unterscheiden, als sie eine Basis haben. Jedenfalls ist es eine merkwürdige

Erscheinung, dafs die sogenannten bösen Wetter in Braunkohlengruben nicht aus entzündlichen Gasen, sondern aus Kohlensäure bestehen, und dafs alle Braunkohlenlager, von dem Vogelsberg durch die Wetterau längs dem Taunus bis nach der Eifel hin, ohne Ausnahme von Kohlensäurequellen begleitet sind, aus denen sich die zahlreichen Säuerlinge dieser Gegenden an allen Orten bilden, wo Quellen von süfsem Wasser zu Tage kommen [1]).

In animalischen Materien geht die Metamorphose der Fäulnifs leichter von statten, als in vegetabilischen, theils weil die chemische Differenz ihrer Bestandtheile gröfser ist, theils weil sie die Atome der vegetabilischen an Zusammengesetztheit bei weitem übertreffen.

Die gröfsere chemische Differenz liegt in der Verwandtschaft des Kohlenstoffs oder des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs zum Sauerstoff einerseits und der einseitigen Verwandtschaft, welche der Stickstoff zum Wasserstoff besitzt.

Alle stickstoffhaltige Materien, in denen die Mannigfaltigkeit und Leichtigkeit der Veränderungen, die sie durch die Einwirkung chemischer Agentien erfahren, eine auffallende Zusammengesetztheit erkennen läfst, oder in welcher die chemische Differenz ihrer Elemente überwiegend grofs ist, erleiden, wenn ihnen die Bestandtheile

1) Ueber die Bildung der Säuerlinge aus Kohlensäure hat man in diesen Gegenden sehr bestimmte und interessante Beobachtungen gemacht. In der Nähe von Salzhausen befand sich vor einigen Jahren ein vortrefflicher Säuerling, welcher von der ganzen Umgegend in Gebrauch genommen war; bei dem Fassen der Quelle wurden die Seitenöffnungen, aus der sich das kohlensaure Gas in Strömen entwickelte, zugemauert, und man hatte von dem Augenblicke an süfses Quellwasser. Bei dem Ausräumen des Mineralbrunnens bei Friedberg beobachtete Hr. Salineninspector Wilhelmi, dafs die Kohlensäure von der Seite aus Kanälen ausströmte; die Quelle, welche von unten kam, war süfses Wasser. Die nämliche Erfahrung wurde von Hrn. Oberbergrath Schapper bei dem Ausräumen des berühmten Fachinger Brunnens gemacht.

des Wassers dargeboten werden, die Metamorphose der Fäulnifs bei gewöhnlicher Temperatur.

Das einfachste Beispiel des letzteren bieten das *Cyan*, die *Blausäure* und die *Cyansäure* dar, wenn sie mit Wasser in Berührung gebracht werden.

Ameisensäure und Ammoniak sind die Producte der Fäulnifs der *Blausäure*.

Kleesäure und Ammoniak sind die Producte der Fäulnifs des *Cyans*.

Kohlensäure und Ammoniak sind die Producte der Fäulnifs des *Cyansäurehydrats*.

Cyansaures Ammoniak, blausaures Ammoniak, die sich gleichzeitig mit den angegebenen bilden, sind die Producte von gewöhnlichen chemischen Zersetzungen. *Harnstoff* und *Paracyanwasserstoff* und *Paracyansäure* sind Producte einer Symmorphose.

Das Ammoniak, was sich in diesen Metamorphosen bildet, entspricht dem Aceton oder dem Alkohol, bei der Metamorphose der Essigsäure oder der Fäulnifs des Zukkers, auf der einen Seite entstanden Oxyde des Kohlenstoffs oder das Oxyd eines Kohlenwasserstoffs, auf der andern eine Stickstoffverbindung, welche allen oder den übrigen Wasserstoff enthält.

Von einer Prädisposition, wie bei gewöhnlichen Zersetzungen, kann hierbei keine Rede seyn, es ist eine Spaltung in zwei zusammengesetzte Atome, die mit einander vereinigt bleiben.

Die Bildung des Harnstoffs aus den Elementen des cyansauren Ammoniaks mufs nach ähnlichen Grundsätzen erklärt werden.

Er mufs entstehen in Folge einer Theilung der Bestandtheile seines Radicals, des Kohlenstoffs und Stickstoffs in den Wasserstoff und Sauerstoff, und offenbar hat Hr. Dumas den chemischen Charakter des Harnstoffs am richtigsten aufgefafst, in sofern er ihn durch eine Formel ausdrückt, in der der Kohlenstoff mit allem

Sauer-

Sauerstoff und der Stickstoff mit allem Wasserstoff verbunden gedacht wird.

Den nämlichen Grundsätzen nach mufs die Umsetzung des Cyansäurehydrats in Cyamelid betrachtet werden.

Harnstoff und *Cyamelid* unterscheiden sich von dem *doppeltkohlensauren* und *kleesauren Ammoniak* nur dadurch, dafs die letzteren *Salze* also Verbindungen sind, in denen sich die Bestandtheile ersetzen lassen durch Metalloxyde und Säuren, während wir keine Wege kennen, um das Amid durch eine analoge Verbindung, oder das Radical durch ein anderes Radical abzuscheiden und zu ersetzen; eben weil Harnstoff und Cyamelid keine Salze, sondern Verbindungen von Radicalen sind.

Viele stickstoffhaltige Materien, welche Bestandtheile von Thieren und Pflanzen ausmachen, erleiden von dem Augenblick an, wo sie aufhören dem lebenden Organismus anzugehören, wo sie mit Wasser und Luft zusammengebracht werden, eine fortschreitende Veränderung; sie gehen von selbst in Verwesung, in Fäulnifs über. Blut und Pflanzensäfte können nicht mit Luft zusammengebracht werden, ohne dafs sich ihre Beschaffenheit ändert; es wird Sauerstoff absorbirt, es beginnt Verwesung und in Folge derselben Fäulnifs.

Die Fäulnifs dieser Materien zerfällt in mehrere Perioden; die Verbindungen, welche im Anfang gebildet wurden, verschwinden gegen das Ende der Metamorphose; Kohlensäure, Ammoniak, Wasser und ein dem Humus ähnlicher Körper sind die letzten Producte derselben.

Stickstofffreie, organische Verbindungen gehen, bis auf wenige Ausnahmen, im Zustande der Reinheit, von selbst nicht in Fäulnifs über; diese Metamorphose stellt sich nur dann ein, wenn sie mit in Fäulnifs begriffenen, in der Regel also mit stickstoffhaltigen Substanzen in Berührung gebracht werden. *Faulendes Muskelfleisch, Urin, Hausenblase, Osmazom, Eiweifs, Käse, Gliadin,*

Kleber, *Legumin*, *Blut* bringen, in Zuckerwasser gebracht, die Fäulnifs des Zuckers (Gährung) hervor.

Im vorzüglichen Grade besitzt diese Eigenschaft ein Körper, dem man gerade deshalb den Namen *Ferment* gegeben hat. Man betrachtet das Ferment als eine chemische Verbindung, welche durch ihren Contact mit Zukkerwasser eine Zersetzung hervorruft.

Man verglich seine Wirkungsweise mit der des Silbers und Platins auf Wasserstoffhyperoxyd, welche beide, indem sie Zersetzung bewirken, nicht die geringste Veränderung erleiden; allein diese Ansicht ist bei genauer Betrachtung nur ein Ausdruck der Erscheinung, sie giebt keinen Aufschlufs über die Ursache, durch die sie bewirkt wird.

Das sogenannte *Ferment* entsteht in Folge einer Metamorphose, welche in zuckerhaltigen Pflanzensäften bei Zutritt der Luft beginnt, und bei Abschlufs derselben ohne Unterbrechung bis zu einem gewissen Punkte fortfährt; in dem Ferment findet sich aller Stickstoff der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzensäfte wieder, die man als *Pflanzeneiweifs*, *Kleber*, *Pflanzenleim* kennt. Es entsteht mithin in Folge einer Veränderung, die in diesen Materien vor sich geht; es besitzt in den meisten Fällen einerlei Beschaffenheit.

Wenn man die zahllosen wichtigen Beobachtungen, welche von Thénard, Colin und Anderen über diesen Körper gemacht worden sind, zusammenfafst, so ergiebt sich, dafs es eine äufserst leicht veränderliche Materie ist, die in einer ununterbrochen fortschreitenden Metamorphose, Fäulnifs, Verwesung oder Gährung, oder wie man sie nennen will, begriffen ist.

Ich werde versuchen diesen Beobachtungen eine bestimmte Bedeutung zu unterlegen; es wird sich daraus von selbst ergeben, dafs das Ferment kein eigenthümlicher Erreger ist, sondern Fäulnifs und Gährung nur in

Folge der Veränderung hervorbringt, die es selbst erleidet.

Das Ferment ist ein in Fäulniſs und Verwesung begriffener Körper, es verwandelt den Sauerstoff der umgebenden Luft in Kohlensäure und entwickelt noch Kohlensäure aus seiner eigenen Masse (Colin), unter Wasser fährt es fort Kohlensäure, nach einigen Tagen übelriechende Gasarten zu entwickeln (Thénard), und ist zuletzt in eine, dem alten Käse ähnliche Masse verwandelt (Proust); seine Fähigkeit, Gährung zu erregen, ist mit der Vollenduug dieser Fäulniſs verschwunden.

Zur Erhaltung der Eigenschaften des Ferments (zur Unterhaltung seiner Fäulniſs) ist die Gegenwart des Wassers eine Bedingung; schon durch bloſses Auspressen wird seine Eigenschaft, Gährung zu bewirken, verringert, durch Austrocknen wird sie vernichtet; sie wird vernichtet durch *Siedhitze*, *Alkohol*, *Kochsalz*, ein Uebermaaſs von *Zukker*, *Quecksilberoxyd*, *Sublimat*, *Holzessig*, *schweflige Säure*, *salpetersaures Silberoxyd*, *ätherische Oele*, durch alle Substanzen mithin, welche der Fäulniſs entgegenwirken.

Der unlösliche Körper, den man Ferment nennt, bewirkt die Gährung nicht. Wenn man Bier- oder Weinhefe mit ausgekochtem kalten destillirten Wasser sorgfältig auswäscht, mit der Vorsicht, daſs die Materie stets mit Wasser bedeckt ist, so bringt der Rückstand die Gährung in Zuckerwasser nicht mehr hervor. Diese Fähigkeit hat aber nun das Waschwasser erhalten, es verliert sie aber im Verlauf von wenigen Stunden, wenn es der Luft ausgesetzt wird.

Die Fähigkeit, welche der im Wasser lösliche Theil der Hefe besitzt, Gährung hervorzubringen, beruht nicht auf einer Wirkung durch den Contact; die Hefe verliert ihre Gährungskraft augenblicklich durch Berührung mit Alkohol, ohne daſs sie der letztere erhalten hatte. Ein

heifser, klarer, wäfsriger Aufgufs von Ferment, mit Zukkerwasser in einem verschlossenen Gefäfse zusammengebracht, bringt keine Gährung hervor; *sie wird durch den aufgelösten Theil bewirkt, in Folge einer Zersetzung, die er selbst erleidet.* Wenn nämlich der heifse Aufgufs an der Luft erkaltet und einige Stunden damit in Berührung gelassen wird, so bringt er in Zuckerwasser eine lebhafte Gährung hervor (Colin); ohne zuvor der Luft ausgesetzt gewesen zu seyn, tritt keine Gährung ein (Colin). Bei dem Contact mit der Luft erfolgt eine Absorption des Sauerstoffs, der Aufgufs enthält nach einigen Stunden eine bemerkliche Menge Kohlensäure.

Bei der Gährung des Zuckers mit Ferment gehen zwei Zersetzungsprocesse neben einander vor. Wenn in eine mit Quecksilber gefüllte graduirte Glocke 1 Kubikcentimeter mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührter Bierhefe und 10 Grm. einer Zuckerlösung gebracht werden, die 1 Grm. reinen Zucker enthält, so findet man in der Glocke, nach 24 Stunden, wenn das Ganze einer Temperatur von 20° bis 25° ausgesetzt gewesen ist, ein Volumen Kohlensäure, welches bei 0° und 0,76m B. 245 bis 250 C.C. entspricht, =0,485 bis 0,495 Grm. dem Gewichte nach; da aber die 11 C.C. Flüssigkeit ihr gleiches Volumen Kohlensäure enthalten, so hat man im Ganzen 255 bis 259 C.C. dem Volumen oder 50,3 bis 51,27 Proc. dem Gewichte nach Kohlensäure.

Thénard erhielt ferner von 100 Th. Rohrzucker 57,2 Th. Weingeist von 39° B., entsprechend 52,62 Alkohol.

100 Th. Zucker gaben mithin:

51,27 Kohlensäure
52,62 Alkohol
103,89.

In der Kohlensäure und dem Alkohol findet man aber, so genau als man nur erwarten kann, den Kohlenstoff des Zuckers wieder.

Die Analyse des Rohrzuckers hat auf eine unzweifelhafte Weise ergeben, dafs er die Elemente von 4 At. Kohlensäure, 2 At. Aether und 1 At. Wasser enthält.

Aus den Producten seiner Gährung ergiebt sich, dafs der Alkohol $\frac{2}{3}$, die Kohlensäure $\frac{1}{3}$ von dem Kohlenstoff des Zuckers enthält; aber diese Producte enthalten 2 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff mehr, als der Zucker. Es ist klar, dafs die Elemente von einem Atom Wasser Antheil genommen haben an der erlittenen Veränderung.

Dem Verhältnisse nach, in welchem sich der Rohrzucker mit Aequivalenten von Basen verbindet, so wie aus der Analyse seines Oxydationsproducts, der Zuckersäure, hat man alle Wahrscheinlichkeit zu glauben, dafs 1 Atom Zucker 12 Aeq. Kohlenstoff enthält. Keins von diesen Kohlenstoffatomen ist darin in der Form von Kohlensäure enthalten; denn man erhält allen Kohlenstoff durch seine Behandlung mit übermangansaurem Kali als Kleesäure wieder, und es ist unmöglich Kleesäure aus Kohlensäure durch einen Oxydationsprocefs hervorgehen zu machen. Der Wasserstoff des Zuckers ist darin nicht in der Form von Aether enthalten; denn durch Behandlung mit Säuren, namentlich mit concentrirter Salzsäure, erhält man daraus eine braune, moderartige Kohle und Wasser, und man weifs, dafs keine Aetherverbindung diese Art von Zersetzung erfährt.

Der Zucker enthält mithin weder fertig gebildete Kohlensäure noch Alkohol oder Aether, noch irgend eins der andern zahlreichen Producte, die in Folge der Einwirkung fremder Agentien entstehen. Sein Verhalten charakterisirt ihn als ein complexes organisches Atom, sein Zerfallen in Alkohol und Kohlensäure geschieht in Folge einer Umsetzung seiner Elemente.

Bei der Gährung des Zuckers nehmen demnach, wie aus der Menge der erhaltenen Producte hervorgeht, die Elemente des Ferments nicht den allergeringsten Antheil; es ist eine Spaltung eines complexen Atoms, ähnlich in

ihrem Resultate den Metamorphosen, welche die organischen Atome durch die Wärme erleiden, jedoch mit dem Unterschied, dafs sie im Wasser vor sich geht, und dafs die Elemente des Wassers sich mit einem der gebildeten Producte verbinden. Während der Gährung des Zukkers hat das Ferment eine nicht minder merkliche Veränderung erlitten, seine Quantität hat abgenommen; wird der unauflösliche Theil desselben, der nach vollendeter Gährung zurückbleibt, benutzt, um in frischem Zuckerwasser Gährung auf's Neue hervorzubringen, so nimmt seine Quantität bei dieser zweiten Action wieder ab. Der unauflösliche Rückstand, welcher nach dieser zweiten Gährung übrig bleibt, besitzt auf frisches Zuckerwasser keine Wirkung mehr.

Von 20 Th. frischer Bierhefe und 100 Tb. Zucker erhielt Thénard nach vollendeter Gährung 13,7 unlöslichen Rückstand; zum zweiten Mal angewendet, verminderte sich seine Quantität auf 10 Th. Diese 10 Th. waren weifs, besafsen die Eigenschaften der Holzfaser und verhielten sich völlig indifferent gegen frisches Zuckerwasser.

Aus dem Vorbergebenden ergiebt sich, dafs bei der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment beide neben einander eine Zersetzung erleiden, in deren Verfolg sie völlig verschwinden. Ihre Elemente ordnen sich zu neuen Verbindungen. Von dem Zucker weifs man mit positiver Gewifsheit, dafs durch diese Umsetzung Kohlensäure und Alkohol gebildet werden, Verbindungen, die ihren Elementen nach darin vorhanden waren, bis auf 1 At. Wasser mehr, was sich im Alkohol wieder findet. Welches die Producte sind, die sich bei der Umsetzung des Fermentes gebildet haben, ist nicht untersucht; nur in Beziehung auf seinen Stickstoffgehalt weifs man, dafs er sich als Ammoniak in der gegobrenen Flüssigkeit wieder findet.

Das Ferment ist also ein in Zersetzung, in Fäul-

nifs begriffener Körper; seine Fähigkeit erhält es durch Berührung mit dem Sauerstoff, durch Verwesung. Das unauflösliche Ferment, welches durch Waschen mit luftfreiem Wasser seine Eigenschaften eingebüfst hat, erhält sie wieder, wenn man es faulen läfst (Colin).

Bringt man zu dem in Metamorphose begriffenen Ferment Zucker, so beginnt in diesem der nämliche Umsetzungsprocefs, den es selbst erleidet. Ist die Menge des Ferments im Verhältnifs zu der Menge des Zuckers zu gering, so ist seine Fäulnifs früher beendigt, als die des Zuckers; es bleibt Zucker unzersetzt, in sofern die Ursache der Zersetzung, die Berührung nämlich, mit einem in Zersetzung begriffenen Körper fehlt. Der Zustand des Ferments, seine Unauflöslichkeit im Wasser bedingt an und für sich eine langsamere Zersetzung. Ist die Menge des Ferments gröfser, so ist die Fäulnifs des Zuckers *vor* der des Ferments beendigt; eine Portion Ferment ist verschwunden, eine andere ist, in Zersetzung begriffen, zurückgeblieben; in frisches Zuckerwasser gebracht, fährt sie fort so lange Gährung zu erregen, bis sie selbst alle Perioden ihrer eigenen Metamorphose erlitten hat.

Eine gewisse Menge Ferment ist erforderlich, um eine Portion Zucker in Gährung zu bringen, aber seine Wirkung ist keine Massenwirkung, sondern sein Einflufs beschränkt sich lediglich auf sein Vorhandenseyn bis zu dem Zeitpunkte hin, wo der letzte Atom Zucker sich zersetzt hat. Das Ferment, als Erreger der Gährung, existirt mithin nicht; der unlösliche Theil besitzt diese Eigenschaft nicht; dem aufgelösten Theil, der durch seine Zersetzung entsteht, geht sie ebenfalls ab. Beide Materien erregen aber Gährung von dem Augenblicke an, wo sie durch den Einflufs der Luft und des Wassers eine Veränderung erleiden, deren letztes Resultat ihre eigene Zerstörung ist; es ist mithin kein eigenthümlicher Körper, kein Stoff oder Materie, welche Zersetzung bewirkt,

sondern diese sind nur Träger einer Thätigkeit, die sich über die Sphäre des in Zersetzung begriffenen Körpers hinaus erstreckt.

Ich habe früher mehrere Thatsachen angeführt, welche die Existenz einer neuen Ursache, welche Verbindungen und Zersetzungen bewirkt, aufser allen Zweifel stellen, und darauf hingewiesen, dafs es die nämliche Ursache ist, wodurch die Erscheinungen der Fäulnifs, Gährung, Verwesung und Vermoderung bedingt werden. Den Beweis, dafs meinem Schlusse keine Täuschung unterliegt, glaube ich in dem Vorhergehenden niedergelegt zu haben.

Ein in einer Metamorphose begriffener organischer Körper veranlafst in andern organischen Atomen eine Störung des Gleichgewichts der Anziehungen seiner Elemente; sie ordnen sich je nach ihren besonderen Anziehungen. Das Resultat dieser Umsetzungen ist eine Theilung des Kohlenstoffs in den Sauerstoff und Wasserstoff der Substanz; Kohlensäure auf der einen, und Kohlenwasserstoffverbindungen oder Oxyde von Kohlenwasserstoffverbindungen auf der andern Seite sind die Producte dieser Umsetzung bei stickstofffreien, Ammoniak, Schwefel- und Phosphorwasserstoff, freies Wasserstoffgas, Oxyde von Kohlenstoff, Stickstoff- und Wasserstoffverbindungen (*Käsoxyd*, *Kässäure*) sind neben Kohlensäure die Producte der Umsetzung stickstoffhaltiger Materien.

Alle Bemühungen, die Wirkung faulender Materien, in andern Fäulnifs zu erregen, nach den gewöhnlichen chemischen Zersetzungen zu erklären, werden stets ohne Erfolg bleiben; auf alle Fragen nach den Ursachen dieser Metamorphosen wird man nie eine andere Antwort erhalten, als dafs diese Ursache ein jeder Körper ist, dessen Elemente in einer Umsetzung begriffen sind.

Ueber eine Menge bekannter Erscheinungen kann man sich jetzt genügende Rechenschaft geben.

Aus frischem Pferdeharn erhält man bei Zusatz von

Salzsäure eine verhältnifsmäfsig reichliche Menge Hippursäure; läfst man den Harn in Fäulnifs übergehen, so findet man keine Spur mehr davon, an ihrer Stelle enthält er aber Benzoësäure. Menschenharn giebt nach dem Abdampfen, mit Salpetersäure versetzt, eine Masse salpetersauren Harnstoff; gefaulter Harn enthält keinen Harnstoff mehr.

Amygdalin, mit Hefe und Zucker in Berührung, entwickelt nach einigen Monaten eine reichliche Menge Blausäure (Robiquet).

Eine Auflösung von Asparagin, so wie man sie durch Ausziehung der Althäawurzel mit kaltem Kalkwasser erhält, giebt beim Abdampfen einen dicken Schleim, aus dem sich reichlich Krystalle von Asparagin absetzen. Läfst man die Flüssigkeit mit Hefe gähren, so ist alles Asparagin verschwunden; sie enthält nach vollendeter Gährung asparaginsaures Ammoniak.

Hr. Dumas theilte mir im Herbste 1837 die merkwürdige Erfahrung mit, dafs es ihm gelungen sey, Harnstoff in kohlensaures Ammoniak, bei Berührung mit einem Ferment in einer höheren Temperatur, zu zerlegen; diese Entdeckung gelangte nicht zur Kenntnifs der Chemiker, weil unmittelbar darauf ein englischer Arzt Harnstoff in dem Harne eines an Diabetes mellitus leidenden Kranken nachgewiesen und dem Gewicht nach bestimmt hatte, nachdem der darin enthaltene Zucker durch Gährung zerstört worden war.

Bei der Darstellung von Harnzucker aus dem Harne eines Kranken, welcher in dem hiesigen academischen Hospital in Behandlung kam, erhielt man aus der Mutterlauge des Harns, aus welcher der gröfste Theil des Harnzuckers herauskrystallisirt war, bei Zusatz von Salpetersäure eine reichliche Menge Harnstoff; sie wurde mit Hefe versetzt und (1 Th. Syrup auf 5 Th. Wasser) bei 40° bis 45° der Gährung überlassen.

Nach fünf Tagen war die Gährung vollendet; man

erhielt bei der Destillation ammoniakhaltigen Weingeist, aber aus der Mutterlauge bekam man durch Salpetersäure keinen salpetersauren Harnstoff mehr.

Versuche mit gährender Zuckerlösung, der man *hippursaures* Natron, *Harnstoff*, *Asparagin* und andere Stoffe zusetzt, werden sehr bald zeigen, dafs diese Materien verschwinden, wenn man die Gährung in bestimmten Temperaturen sich vollenden läfst; wenigstens habe ich aus einer bei 35° gährenden Zuckerlösung, welcher Harnstoff zugesetzt worden war (1 Th. Harnstoff auf 32 Th. Zucker), aus der gegohrenen Flüssigkeit den Harnstoff nicht wieder erhalten.

Ich habe in dem Vorhergehenden diejenigen Fälle vorzugsweise im Auge behalten, wo die Metamorphose zweier Körper neben einander vor sich geht, ohne dafs die Elemente des einen Antheil nehmen an der Entstehung von Producten, die durch die Zersetzung des andern gebildet werden. Wir haben aber Erfahrungen genug vor uns liegen, welche beweisen, dafs unter abgeänderten Bedingungen alle oder ein Theil der Elemente, die sich in Action befinden, auf einander eine bestimmte Wirkung äufsern, dafs die Producte, welche in diesen Fällen entstehen, abhängig sind von dieser gegenseitigen Reaction.

Ich will zuerst an die merkwürdige Desoxydation erinnern, welche der Indigo erfährt, wenn er mit Pflanzenstoffen, *Waid*, *Kleie*, *Krapp*, und einem Alkali bei einer bestimmten Temperatur in Berührung gebracht wird. Der im Handel vorkommende Waid besteht aus den gefaulten und getrockneten Blättern der Waidpflanze (*Isatis tinctoria*); bei ihrer Berührung mit dem Indigo und einer hinreichenden Menge Wasser tritt eine bestimmte Reaction ein, deren Resultat eine Desoxydation des Indigo's, seine Löslichkeit in dem Alkali, ist. Ist der Waid im Ueberschufs vorhanden, so ändern sich die entstehenden Producte, es entwickeln sich übelriechende Gase;

die Menge des Indigo's nimmt von diesem Zeitpunkte an ab. Dieser Procefs besitzt durch das Vorhandenseyn des Alkalis, in sofern hierdurch eine chemische Prädisposition gleichzeitig in Thätigkeit genommen wird, nicht die reine Form der Gährung oder Fäulnifs; allein man sieht leicht ein, dafs das Alkali eine secundäre Rolle spielt, in sofern eine Veränderung des blauen Indigo's, und zwar seine Verwandlung in desoxydirten Indigo nicht gedacht werden kann, wenn dieses Product, als völlig unlöslich in Wasser, durch einen Körper, mit dem es sich verbindet, nicht löslich gemacht wird.

Ich will deshalb aus dieser Erscheinung keinen andern Schlufs ziehen, als dafs Waid die Fähigkeit besitzen mufs, den Sauerstoff aufzunehmen, den der Indigo abgiebt; dafs eine Desoxydation einer organischen Materie demnach hier erfolgt, durch eine damit in Berührung gebrachte andere organische Substanz, die selbst in dem Zustande der Zersetzung sich befindet.

Ich will an andere Thatsachen erinnern, welche, obwohl in ihrer Entwicklung bei weitem nicht hinreichend genug verfolgt, in ihren Resultaten dennoch unbestreitbar sind.

Der Saft von Runkelrüben, gelben Rüben, Zwiebeln enthält eine reichliche Quantität Zucker neben stickstoffhaltigen Materien, deren Zusammensetzung unbekannt ist; wenn diese Pflanzensäfte bei gewöhnlicher Temperatur, oder in einer Temperatur von 35° bis 40° sich selbst überlassen werden, so stellt sich eine lebhafte Gasentwicklung ein, der Rohrzucker geht in Traubenzucker über, es entwickelt sich kohlensaures Gas in Menge neben Kohlenwasserstoff und Wasserstoffgas, welche beide Gase ich übrigens nicht bemerkt habe; die Flüssigkeit enthält nach vollendeter Zersetzung eine reichliche Menge Milchsäure und Mannit, und man findet darin nicht entfernt das Aequivalent Alkohol, was der vorhandene Zukker hätte liefern müssen.

Milchsäure und Mannit enthalten beide keinen Stick-

stoff; sie sind unzweifelhaft entstanden durch Zersetzung des Zuckers, aber in Folge einer Metamorphose, welche in ihren Resultaten durchaus verschieden ist von der gewöhnlichen Gährung. Mannit und Milchsäure enthalten die Elemente des wasserfreien Traubenzuckers *Minus* 1 At. Sauerstoff.

Mannit	$C_6 H_{14} O_6$
Milchsäure	$C_6 H_{10} O_5$
	$C_{12} H_{24} O_{11}$.

Die Entwicklung von Wasserstoff beweist, im Fall sie weitere Beobachtungen bestätigen, dafs eine Zersetzung von Wasser vor sich gegangen ist; allein dieses Wasser enthielt Zucker, einen Körper, welcher Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnifs wie im Wasser enthält, ein organisches Oxyd, von dem man Grund hat zu glauben, dafs es seinen Sauerstoff mindestens nicht schwieriger abgiebt, als das Wasser.

So viel ist gewifs, weder Milchsäure noch Mannit waren vor dieser Zersetzung in dem Pflanzensaft zugegen, und den Zucker abgerechnet, beträgt ihre vereinigte Menge bei weitem mehr als die Menge der fremden Materien, welche neben dem Zucker Bestandtheile dieser Pflanzensäfte ausmachen.

Eine ähnliche Mitwirkung von fremden Materien mufs bei der Gährung anderer Pflanzensäfte vorausgesetzt werden.

In den stickstoffhaltigen Bestandtheilen enthalten der Honig, Traubensaft und andere Pflanzensäfte alle Bedingungen zur Fäulnifs, aber die Berührung mit Sauerstoffgas, mit Luft, d. h. eine anfangende Verwesung, ist hierbei eine Bedingung, ohne welche die Zersetzung nicht beginnt.

Die Beobachtung lehrt nun, dafs mit der Absorption einer kleinen Menge Sauerstoffgas der Pflanzensaft sich trübt und die Zersetzung ihren Anfang nimmt, die Flüs-

sigkeit sättigt sich mit Kohlensäure, und von dem Augenblick an, wo dieses Gas nicht mehr aufgenommen wird, stellt sich eine Gasentwicklung ein.

Diese Periode der Metamorphose mufs wesentlich getrennt von der nun folgenden betrachtet werden; denn von diesem Zeitpunkte an kann der Zutritt des Sauerstoffs abgeschlossen werden, ohne dafs damit die Gährung aufhört.

Mit der eingetretenen Ruhe ist in der Flüssigkeit der Zucker verschwunden, alle oder der gröfste Theil der aufgelöst vorhandenen stickstoffhaltigen Materien findet sich als Hefe oder Ferment in unauflöslichem Zustande wieder.

Diese Materie ist entstanden in Folge einer Veränderung, welche die aufgelösten stickstoffhaltigen Materien, die man als Pflanzenleim oder Eiweifs kennt, für sich nicht erleiden.

Wenn man sie, wie es gewöhnlich geschieht, als in Folge einer Oxydation oder Verwesung entstanden betrachtet, so mufs der Sauerstoff, der zu ihrer Bildung nöthig war, von den Elementen des Zuckers oder des Wassers genommen worden seyn. Sie bildet sich, wie bemerkt, wenn die Gährung begonnen hat, auch bei völligem Abschlufs der Luft.

Hieraus müssen jedenfalls an Wasserstoff reichere oder an Sauerstoff ärmere Producte entstehen, die sich in der Flüssigkeit oder den Niederschlägen vorfinden.

Oenanthsäure, *Kartoffel-* und *Getreidefuselöl* sind offenbar Producte der Gährung, erzeugt und gebildet durch die Mitwirkung fremder Materien; denn sie sind vor der Gährung in den Pflanzensäften nicht nachweisbar, und von dem Fuselöl der Kartoffeln weifs man mit positiver Gewifsheit (Dubrunfaut), dafs die höhere oder niedere Temperatur, die langsamere oder schnellere Beendigung der Gährung, einen entscheidenden Einflufs auf seine Menge hat. Ich halte es für aufserordentlich wahr-

scheinlich, dafs durch Zusatz von mannigfaltigen Pflanzenstoffen diese Producte sich in's Unendliche werden abändern und vervielfältigen lassen.

Aus der Fäulnifs, welche der Pflanzenleim (Kleber) für sich bei Abschlufs der Luft erleidet, weifs man mit Bestimmtheit, dafs hierbei Kohlensäure und reines Wasserstoffgas frei werden, dafs also in dem Acte seiner Umsetzung Wasser zerlegt wird, dessen Sauerstoff eine Verbindung eingeht (Saussure. Proust).

Die Gährung des Zuckers, in Berührung mit Ferment, ist mithin wesentlich verschieden von der Gährung eines Pflanzensaftes oder der Bierwürze; bei dem ersteren verschwindet das Ferment mit dem Zucker, bei der andern wird es neben oder in der Metamorphose *gebildet*, welche der Zucker erleidet.

Die Form und Beschaffenheit dieser unlöslichen Niederschläge hat von Seiten mancher Physiologen zu einer sehr sonderbaren Ansicht über die Gährung verführt.

Mit Wasser zertheilte Bier- und Weinhefe, unter einem guten Vergröfserungsglas betrachtet, stellt durchscheinende, plattgedrückte Kügelchen dar, die zuweilen in Reihen an einander hängend die Form von Vegetationen annehmen; in den Augen Anderer sind sie manchen Infusorien ähnlich.

Es wäre gewifs eine höchst merkwürdige Erscheinung, wenn Pflanzenleim und Eiweifs, die sich in verändertem Zustande bei der Gährung des Biers und der Pflanzensäfte abscheiden, bei dieser Abscheidung eine geometrische Gestalt annähmen, da diese Körper niemals in krystallisirtem Zustande beobachtet worden sind; diefs ist nun nicht der Fall, sie scheiden sich ab, wie alle Substanzen, die keine krystallinische Beschaffenheit besitzen, in der Form von Kügelchen, die entweder frei herumschwimmen oder mit einander zusammenhängen.

Diese Naturforscher wurden durch diese Form verleitet, das Ferment für belebte organische Wesen, für

Pflanzen oder Thiere zu erklären, welche zu ihrer Entwicklung die Bestandtheile des Zuckers sich aneignen, und in der Form von Kohlensäure und Alkohol als Excremente wieder von sich geben; sie erklären hieraus die Zersetzung des Zuckers und die Vermehrung der Masse des zugesetzten Ferments bei der Biergährung.

Diese Ansicht widerlegt sich von selbst; in reinem Zuckerwasser verschwinden bei seiner Gährung der sogenannte Saamen mit den Pflanzen, die Gährung findet statt, die Zersetzung des Zuckers erfolgt mit der des Ferments, ohne dafs man eine Entwicklung oder Reproduction der Saamen, Pflanzen oder Thiere bemerkt, welche als die Ursache des chemischen Processes von diesen Naturforschern angesehen wird.

Bei der Fäulnifs thierischer Materien befinden sich ihre Elemente in einem unaufhörlichen Wechsel, in einem Zustande des gestörten Gleichgewichts, der sich durch die schwächsten darauf einwirkenden Kräfte, durch fremde Materien, fremde Verwandtschaften und Wärme, ändert und modificirt. Ein solcher Zustand scheint nun den fruchtbarsten Boden zur Entwicklung der unvollkommenen und niedrigsten Thierklassen, der mikroskopischen Thiere, darzubieten, deren Eier sich, wie man weifs, auf die unbegreiflichste Weise überall hin verbreiten; sie entwickeln sich in diesen faulenden Materien und pflanzen sich in Myriaden fort, indem sie die neuen, durch die Fäulnifs entstandenen Producte zu ihrer Nahrung verwenden.

Manche Naturforscher betrachten den chemischen Procefs der Fäulnifs als eine blofse Folge der Erzeugung dieser Thiere; diefs ist natürlich gerade so, als wenn man die Ursache der Fäulnifs des Holzes und seiner Vermoderung von den Pflanzen herleiten wollte, zu deren Nahrung die verwesende Dammerde dient.

Allein diese Thiere entstehen in faulenden Materien nicht, wenn man die Bedingung ihres Vorhandenseyns,

den Contact mit der atmosphärischen Luft, abschliefst, so wenig wie im faulenden Käse Maden entstehen, wenn man die Fliegen abhält.

Diese Ansicht zerfällt in sich selbst, wenn man erwägt, dafs mit dem Verschwinden des faulenden Körpers die Thiere sterben, dafs nach ihrem Tode eine Ursache vorhanden seyn mufs, welche die Vernichtung ihres Organismus herbeiführt, welche die Bestandtheile ihrer Muskeln und Organe bestimmt, sich zu festen und gasförmigen neuen Producten umzusetzen. Diese Ursache ist dann doch zuletzt ein chemischer Procefs.

Die organische Chemie bietet in dem Verhalten ihrer Verbindungen zwei einander entgegengesetzte durchgreifende Erscheinungen dar.

1) *Es entstehen Körper von neuen veränderten Eigenschaften, indem sich die Elemente mehrerer Atome einer einfacheren Verbindung umsetzen und vereinigen zu einem Atom einer höheren Ordnung.*

2) *Es zerfallen zusammengesetzte Atome einer höheren Ordnung in zwei oder mehrere minder complexe Atome einer niederen Ordnung, in Folge einer Aufhebung des Gleichgewichtes in der Anziehung ihrer Elemente.*

Diese Störung wird bewirkt:

a) durch Wärme,

b) durch Berührung mit einem differenten Körper,

c) durch den Einflufs eines in einer Metamorphose begriffenen Körpers.

Nachtrag.

Mehrere meiner Freunde, denen ich Gelegenheit hatte vor dem Abdruck meiner Abhandlung die darin entwickelten Ansichten mitzutheilen, bemerkten mir, dafs auch mit der Annahme der neuen Ursache, welcher ich die Er-

scheinungen der Gährung, Fäulnifs und Verwesung zugeschrieben habe, die Theorie in sofern etwas Unbefriedigendes lasse, als man nicht einsehe, wie und auf welche Weise diese Ursache, das Zerfallen des Zuckers z. B., also die Erscheinung, bewirke.

Diese Anforderung an eine Theorie geht eigentlich über die Gränzen der Naturforschung hinaus; denn bei allen Naturerscheinungen haben wir über die Wirkungsweise der Ursache, durch die sie hervorgebracht werden, nur Vorstellungen, Hypothesen; sie dienen uns, um diese Wirkungsweise zu versinnlichen. Diese Art von Ansichten wechseln mit den herrschenden Ideen der Zeit, sie können falsch seyn und sich ändern, ohne dafs damit die Existenz der Ursache aufhört; ich habe, soviel als in meinen Kräften stand, Hypothesen vermieden, und mich nur an die Erscheinungen gehalten.

Die atomistische Theorie umfafst z. B. eine Vorstellung oder Erklärung der chemischen Proportionen; allein diese Vorstellung kann durchaus falsch seyn, ohne dafs deshalb 100 Th. Sauerstoff aufhören ein Aequivalent für 442 Chlor zu seyn. Die Ursache, dafs sich Schwefelsäure und Kali mit einander verbinden, nennen wir Affinität; wie aber diese Kraft eine Vernichtung der Eigenschaften des Schwefels und Quecksilbers in dem Zinnober bewirke, diefs ist uns völlig unbekannt.

Ich habe mich bemüht die Regeln, nach denen die Theilung der Elemente in den Metamorphosen organischer Körper vor sich geht, festzustellen, und die Ursachen berührt, durch die sie bewirkt werden. Jede Störung des Gleichgewichts in der Anziehung der Elemente eines complexen organischen Atoms, bewirkt bei sehr zusammengesetzten Atomen im Allgemeinen eine Umsetzung der Elemente zu neuen Verbindungen.

Unter den Ursachen, welche Störungen dieser Art hervorbringen, habe ich eine bis jetzt nicht beachtete hervorgehoben; es ist diefs, wie ich auseinandergesetzt

habe, der Einflnfs, den zwei Körper auf einander ausüben, von denen sich der eine in einer chemischen Action, Oxydation, Zersetzung, Gährung, Fäulnifs, oder wie man sie nennen will, befindet.

Dafs ein Einflufs von dem einen Körper auf den andern ausgeübt wird, kann nicht als eine aus der Luft gegriffene Hypothese angesehen werden; er liefse sich nur dann in Frage stellen, wenn man die Thatsachen läugnen wollte, durch die er sich zu erkennen giebt: allein diese Thatsachen beruhen nicht auf einem Raisonnement.

Es giebt noch viele Ursachen, welche neben der Verwandtschaft das Bestehen einer Verbindung zu erhalten oder aufzuheben vermögen, Ursachen die wir gewöhnlich nicht in Rechnung ziehen; so existirt z. B. in jeder Verbindung ein statisches Moment zwischen den Kräften, die sie zusammenhalten; das Beharrungsvermögen der Atome der Elemente in dem Zustande oder dem Ort, wo sie sich befinden, wirkt hierbei wie eine besondere Thätigkeit.

Dafs die Trägheit eine Rolle in den chemischen Processen spielt, bedarf keines Beweises; denn sie gehört im Allgemeinen der Materie an.

Wir sehen Essigsäurehydrat in völliger Ruhe bis weit unter den Punkt erkalten, bei welchem sie feste Form annimmt, ohne zu krystallisiren, eine kleine Erschütterung reicht hin, um sie augenblicklich erstarren zu machen. Um in einer bestimmten Weise sich anzuziehen und zu ordnen, mufs die Trägheit zuvörderst überwunden werden, die Atome müssen sich in Bewegung befinden.

Ich vermische eine Auflösung von einem Kalisalz mit Weinsteinsäure, und erhalte keinen Niederschlag von Weinstein; ich setze die Flüssigkeit in heftige Bewegung, und augenblicklich trübt sie sich und setzt Krystalle ab.

Eine Auflösung von einem Bittererdesalz, welche durch phosphorsaures Ammoniak nicht getrübt wird, setzt augenblicklich dieses Salz an den Gefäfswänden ab, an den Stellen, wo diese mit einem Glasstabe in der Flüssigkeit gerieben worden sind.

Die Bewegung, mithin die Ueberwindung des Beharrungsvermögens, verursachte also in den so eben angeführten Bildungs- und Zersetzungsprocessen eine augenblickliche andere Lagerung der Atome eines Körpers, das heifst die Bildung einer Verbindung, die vorher nicht da war. Die Atome müssen die Fähigkeit besitzen, sich auf diese bestimmte Weise zu ordnen, denn sonst würde Reibung und Bewegung darauf ohne den geringsten Einfluss seyn [1]).

Arragonit und Kalkspath sind, chemisch betrachtet, identische Körper; allein ihre Krystallform beweist, dafs ihre Atome auf eine verschiedene Weise geordnet sind. Die Atome des Arragonits *liegen nicht in den Richtungen, wo ihre Anziehung am stärksten ist*; beim Erhitzen des Arragonits heben wir das Beharrungsvermögen auf, wir setzen seine Atome in Bewegung, und in dem Augenblicke zerspringt der Krystall mit grofser Kraft zu einem Haufwerke von Krystallen von Kalkspath, sie haben sich zu einem neuen Körper auf eine neue Weise geordnet. Hätte diese neue Ordnung zwischen den Atomen seiner Elemente stattgefunden, so hätten wir eine reine Metamorphose durch Wärme.

In der gährenden Zuckerlösung befinden sich die

1) Man sieht leicht, dafs der Begriff, den der Chemiker mit dem Ausdruck *unendlich klein* verbindet, nicht in mathematischer Bedeutung genommen werden darf. Die Atome sind nicht unendlich klein; denn sie *wiegen;* sie sind nicht sichtbar, aber deshalb nicht unendlich klein. Eine Million *unendlich kleiner* Theile zusammengelegt wiegen so viel als wie *Ein* unendlich kleiner Theil, nämlich *nichts*. Man hat es stets in der Chemie mit Gruppen, mit Massen zu thun, welche je nach der Art, wie sie geordnet sind, verschiedene Eigenschaften zeigen.

Atome des Zuckers in Berührung mit Ferment, mit einem faulenden Körper, dessen Atome sich in einer beständigen Umsetzung, in einer unaufhörlichen Bewegung befinden.

Wären die Atome des Zuckers mit derselben Kraft zusammengehalten, wie die Elemente in dem schwefelsauren Kali, so würden sie so wenig wie dieses die geringste Aenderung durch das Ferment oder den faulenden Körper erleiden. Dieſs ist aber nicht der Fall. Die Elemente aller organischen Atome, welche fähig sind Metamorphosen zu erleiden, behaupten ihren Zustand nur durch die Trägheit, durch das Beharrungsvermögen.

Der Beweis ist leicht zu führen: Die Kraft, mit welcher die Atome zu einer Verbindung zusammengehalten sind, giebt sich lediglich durch den Widerstand zu erkennen, den dieser Körper einem andern entgegensetzt, der ihn zu verändern strebt. Bei sehr zusammengesetzten organischen Atomen bemerken wir aber keinen Widerstand, ihre Elemente ordnen sich auf die regelloseste und mannigfaltigste Weise, je nach den Materien, die man darauf einwirken läfst.

Aehnlich also, wie die Wärme das statische Moment in den Elementen sehr vieler Verbindungen aufzuheben fähig ist, geschieht dieſs durch einen Körper, dessen Elemente sich selbst in dem Zustande des aufgehobenen Gleichgewichts befinden; die Bewegung, in der sich seine Atome befinden, theilt sich den Atomen der Elemente des Zuckers mit; sie hören auf in dem Zustande zu beharren, in welchem sie Zucker bilden, und sie ordnen sich nach ihren besonderen Anziehungen. Ich habe zu zeigen gesucht, dafs die Art und Weise, wie sie sich ordnen, bei allen Metamorphosen die nämliche ist, mögen sie durch Wärme oder Verwandtschaft oder durch die so eben berührte Ursache vor sich gehen, vorausgesetzt, dafs keine freinden Anziehungen störend hierbei einwirken.

Diefs ist aber gerade der Charakter einer organischen Metamorphose, die man nach den Gesetzen der gewöhnlichen chemischen Zersetzungen nur dann zu erklären versuchen kann, wenn man zwischen Zucker und schwefelsaurem Kali keinen Unterschied annehmen will.

An eine Einsicht in das Wesen der organischen Natur und das Verhalten ihrer Verbindungen kann nicht gedacht werden, wenn wir uns nicht entschliefsen, uns zu anderen oder höheren Betrachtungen zu erheben, als wie die sind, an welche wir uns in der unorganischen Chemie gewöhnt haben. Gewifs ist es schwierig, den richtigen Weg aufzufinden, der zur Wahrheit führt; allein alle Bemühungen nach Erkenntnifs zurückzuweisen, weil sich hier und da Irrthümer nicht vermeiden liefsen, diefs würde uns zurück, aber nicht vorwärts bringen.

Es liegt in der Natur des Menschen, dafs jede Ansicht unbewufst den Gegensatz hervorruft; allein wenn zwei Personen, denen die Fähigkeit nicht abgeht Schlüsse aus gewissen Prämissen zu ziehen, länger als eine halbe Stunde über einen Gegenstand streiten, so verstehen sie einander nicht. Entweder sind die Prämissen falsch, worüber man in einer halben Stunde nicht einig werden kann, oder man will sich gegenseitig nicht verstehen; im letzteren Fall reicht ein Menschenalter nicht hin, um eine Wahrheit zu beweisen.

Es giebt noch viele Erscheinungen in der organischen Natur, die wir bis jetzt nicht begreifen können; sie nach den Principien von Umsetzungen erklären zu wollen, mit denen sie möglicherweise in keiner Beziehung stehen, von einer Theorie also verlangen zu wollen, dafs sie alles bis dahin Unerklärliche erklären solle, diese Anforderung würde die Gränzen der Billigkeit übersteigen. Die Wirkung des Emulsins auf Amygdalin, die des Kalbsmagens auf geronnenes Eiweifs und Zucker, die der Diastase auf Stärke gehören hierher. Ich habe eine bestimmte Vorstellung entwickelt über die Meta-

morphose der Essigsäure in Aceton und Kohlensäure, über die des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure, sie führt vielleicht dahin, die des Pepsins oder des Emulsins zu erklären; allein die Producte dieser Umsetzungen sind uns gänzlich unbekannt; eine Ansicht über ihre Bildung mufs der Zukunft überlassen bleiben.

VIII. *Ueber die Gegenwart von Zinn und Kupfer in den aus vulkanischem Boden kommenden Quellen.*

Bei Analyse des Wassers von Saidschütz, sagt Berzelius in einem Briefe an Chevreul, habe ich in demselben eine Spur von Zinn- und Kupferoxyd aufgelöst gefunden. Dieser Umstand würde von geringer Bedeutung seyn, wenn nicht dieses Wasser aus einem verwitterten vulkanischen Gestein entspränge. Man findet in den Olivinen, welche zu der in diesem Wasser enthaltenen Menge Bittererde Anlafs zu geben scheinen, eine Spur dieser beiden Metalloxyde.

Ich habe Gelegenheit gehabt, die vortreffliche Methode von Lassaigne zur Auffindung und Bestimmung des Jods durch Palladiumsalze zu bestätigen. Diese Methode wetteifert mit der der Abscheidung des Chlors durch salpetersaures Silberoxyd [1]). (*Compt. rend. IX*, 164.)

1) Das Jodpalladium ist, nach Hrn. Lassaigne, so unlöslich, dafs durch Zusetzung von salpetersaurem Palladium zu einem Jod-Alkalium noch $\frac{1}{100000}$ von diesem in einer wäfsrigen Lösung entdeckt werden kann. (*Journ. de chim. méd.* 1838, *p.* 249.) *P.*

IX. *Ueber die Verbindungen der Jodmetalle mit Ammoniak; von Carl Rammelsberg.*

Schon seit längerer Zeit ist es allgemein bekannt, dafs viele Chlormetalle, gleich einer grofsen Anzahl von Sauerstoffsalzen, die Fähigkeit besitzen, mit dem Ammoniak Verbindungen nach bestimmten Proportionen einzugehen, von denen insbesondere diejenigen, welche auf trocknem Wege, d. h. durch Einwirkung von trocknem Ammoniakgas auf wasserfreie Chloride gebildet werden, und welche folglich kein Wasser enthalten, von Heinrich Rose ausführlich beschrieben worden sind. Das Verhalten der Jodmetalle in dieser Beziehung war, mit wenigen Ausnahmen, bisher noch nicht untersucht, obgleich man voraussetzen durfte, dafs es ähnliche Resultate wie das Chlor liefern würde. Ich habe vor Kurzem mehrere hieher gehörige Verbindungen, nämlich die von einigen jodsauren Salzen mit Ammoniak, beschrieben, und knüpfe hieran eine Reihe von Versuchen, welche die Jodüre der eigentlichen Metalle betreffen. Es wurde hierbei sowohl das Verhalten des Jodmetalls beim Behandeln mit flüssigem Ammoniak, als auch mit dem trocknen Gase untersucht, und fast immer liefsen sich dadurch zwei im Ammoniakgehalt verschiedene Verbindungen darstellen, von denen mehrere auch wegen ihrer Fähigkeit zu krystallisiren von Interesse sind. Jedenfalls ist es jedoch das Quecksilber, welches, wie wir sehen werden, im Verhalten seiner Jodverbindungen zum Ammoniak sich durch Mannigfaltigkeit der Producte auszeichnet, bei denen ähnliche Verhältnisse sich ergeben haben, wie diejenigen, die von Kane und Ullgren bei ihren vortrefflichen Untersuchungen neuerlich erhalten wurden.

Jodzink-Ammoniak.

Löst man krystallisirtes Jodzink in Ammoniak auf und läfst das Ganze an der Luft freiwillig verdampfen, so schiefst die Verbindung in luftbeständigen, weifsen, prismatischen Krystallen an, welche einen lebhaften Glanz besitzen. Sie werden schon von kaltem Wasser zerlegt, es wird Ammoniak frei, und Zinkoxyd erscheint in Gestalt eines flockigen Niederschlags, der nach hinlänglichem Aussüfsen kein Jod enthält. Die Flüssigkeit enthält Zink, und es ist wahrscheinlich, dafs sich ein Theil der Verbindung unzersetzt auflöst, während der andere Jodwasserstoff-Ammoniak und Zinkoxyd bildet. In Säuren ist das Jodzink-Ammoniak leichtlöslich; die salpetersaure Auflösung ist gelb gefärbt und scheidet beim Erwärmen Jod ab. Es enthält kein Wasser. Beim Erhitzen in verschlossenen Gefäfsen entweicht das Ammoniak, während das Jodzink theilweise sublimirt.

1,017 Grm. wurden mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, und durch Glühen das schwefelsaure Ammoniak verjagt. Der Rückstand von Neuem mit einigen Tropfen Schwefelsäure befeuchtet und vorsichtig die überschüssige Säure entfernt, lieferte 0,422 schwefelsaures Zinkoxyd, welche 0,1694 Zink entsprechen. Demnach besteht die Verbindung aus:

		Atome.	Rechnung.
Zink	16,658	1	16,722
Jod	65,242	2	65,491
Ammoniak	18,100	4	17,787
	100		100.

Sie ist also $= ZnJ + 2\dot{N}H^3$.

1,716 Grm. Jodzink wurden einem Strom von trocknem Ammoniakgas ausgesetzt. Nach einiger Zeit erwärmte sich die Masse, schwoll sehr auf, und bildete

ein weifses, lockeres Pulver. Als nichts mehr absorbirt wurde, wog dasselbe 2,178. Demzufolge haben 100 Th. Jodzink 26,923 Th. Ammoniak aufgenommen, und 100 Th. der Verbindung enthalten:

		Atome.	Rechnung.
Jodzink	78,787	1	75,50
Ammoniak	21,213	6	24,50
	100		100.

Der Versuch hat allerdings weniger Ammoniak gegeben; allein das angewandte Jodzink war, da es an der Luft aufserordentlich schnell zerfliefst, nicht ganz trokken, seine Menge ist daher zu grofs, oder die des Ammoniaks zu gering gefunden. Diese Verbindung ist $=ZnJ+3NH^3$; das Jodzink nimmt folglich auf trocknem Wege 1 Doppelatom Ammoniak mehr auf als auf nassem Wege. Das Verhalten zum Wasser ist wie bei dem vorigen.

Jodkadmium-Ammoniak.

Das hierzu erforderliche Jodkadmium wurde durch Digestion von Jod mit Kadmiumfeile und Wasser und Abdampfen zur Krystallisation erhalten. Die perlmutterglänzenden Krystalle dieses Salzes erleiden beim Uebergiefsen mit wenigem Ammoniak augenscheinlich eine Zersetzung, in einer gröfseren Menge und beim Erwärmen löst sich jedoch alles zu einer klaren Flüssigkeit auf, aus welcher sich beim Erkalten das Jodkadmium-Ammoniak in Form eines weifsen krystallinischen Pulvers niederschlägt. Man erhält aus der Flüssigkeit durch Verdampfen unter Zusatz von Ammoniak noch mehr von demselben.

Diese Verbindung zeigt sich unter der Loupe als bestehend aus sehr kleinen Krystallen von unbestimmbarer Form. Vom Wasser wird sie, wie die vorhergehende, zersetzt; es entwickelt sich, besonders beim Erwärmen,

Ammoniak, Kadmiumoxydhydrat fällt zu Boden, wiewohl die davon abfiltrirte Flüssigkeit gleichfalls noch Kadmium enthält. Beim Erhitzen schmilzt die Verbindung, das Ammoniak entweicht, und Jodkadmium bleibt rein zurück.

Zur Analyse wurden 1,414 Grm. in einer verschlossenen Glasröhre erhitzt, welche mit einer anderen, Kalihydrat enthaltenden Röhre, zur Aufsammlung von Wasser, in Verbindung stand. Nachdem die Temperatur bis zum anfangenden Glühen des Rückstandes gesteigert worden, wog derselbe 1,292, während das Kalirohr sein Gewicht um 0,021 vermehrt hatte. Dieses Wasser ist indessen nicht wesentlich; es kann aber hier so wenig wie bei den übrigen Verbindungen der Art durch vorgängiges Trocknen abgeschieden werden, da dieselben leicht Ammoniak verlieren. Die Verbindung enthält nach dieser Analyse:

		Atome.	Rechnung.
Jodkadmium	91,372	1	91,39
Ammoniak	7,143	2	8,61
Wasser	1,485		100.
	100		

Es ist $CdJ + \dot{N}H^3$.

1,004 Jodkadmium, welche zuvor bei 130° getrocknet worden, schienen sich im Ammoniakgas anfangs nicht zu verändern; als sie aber etwas erwärmt wurden, ging die Verbindung unter Wärmeentwicklung vor sich, wobei das Salz sein Volumen aufserordentlich vergröfserte und zu einem feinen weifsen Pulver zerfiel. Das aufgenommene Ammoniak betrug 0,279. 100 Th. Jodkadmium verbanden sich demnach mit 27,789 Th. Ammoniak, oder in 100 Th. der Verbindung ist enthalten:

		Atome.	Rechnung.
Jodkadmium	78,254	1	77,96
Ammoniak	21,746	6	22,04
	100		100.

Es ist $CdJ+3NH^3$; das Jodkadmium hat also auf diesem Wege drei Mal so viel Ammoniak aufgenommen, als im ersten Fall.

Die Zersetzung im Wasser ist die schon erwähnte; doch schien das abgeschiedene Hydrat stets etwas Jod zu enthalten, vielleicht in Form eines basischen Salzes. In der Hitze entweicht das Ammoniak vollständig.

Jodkobalt-Ammoniak.

Jodkobalt erhält man sehr leicht, wenn man metallisches Kobalt (durch Reduction des Oxydes vermittelst Wasserstoffgas) mit Jod und Wasser zusammenbringt, wobei sich das Ganze von selbst bis zum Kochen erhitzt. Die rothgefärbte Auflösung liefert nach dem Abrauchen ein dunkelgrünes, an der Luft leicht zerfliefsendes Salz, welches in wenig Wasser mit brauner, in mehr desselben mit rother Farbe auflöslich ist.

Setzt man zu einer *verdünnten* Auflösung dieses Jodkobalts Ammoniak, so entsteht ein blauer Niederschlag und eine braun gefärbte Flüssigkeit. Dieser Niederschlag ist, wie in solchen Fällen gewöhnlich, ein basisches Salz, welches sich aber beim Filtriren und Auswaschen an der Luft partiell zersetzt, und nach dem Trocknen grün erscheint, indem ein Theil des Kobaltoxyds sich höher oxydirt. Es steht diefs Verhalten ganz im Einklang mit dem aller ähnlichen Kobaltverbindungen. Wegen dieser leichten Zersetzbarkeit läfst sich das Verhältnifs seiner Bestandtheile nicht genau bestimmen.

0,518 Grm., die bei 100° getrocknet worden, wurden vorsichtig in Salpetersäure aufgelöst, um das Freiwerden von Jod möglichst zu verhüten, was indessen nicht ganz verhindert werden konnte. Durch Silberauflösung wurden 0,343 Jodsilber erhalten, entsprechend 0,1847 Jod. Die Flüssigkeit lieferte 0,245 Kobaltoxyd (Co), =0,1927 Kobalt. Diefs würde 35,67 Proc. Jod und 37,21 Proc. Kobalt ausmachen. Sollte die Verbindung

$= \dot{Co}\dot{J} + 3\dot{Co}$ seyn, so würden die Mengen beider Stoffe einander gleich werden.

Setzt man hingegen zu einer *concentrirten* Auflösung von Jodkobalt Ammoniak, so entsteht ein röthlichweifser, nicht flockiger, sondern pulveriger Niederschlag. Wird Ammoniak im Ueberschufs angewendet und das Ganze erhitzt, so löst sich alles, bis auf einige dunkelgrüne Flocken zu einer violetten Flüssigkeit auf, welche beim Erkalten tief roth wird und sehr bald kleine rosenrothe Krystalle absetzt. Diese Krystalle, so wie der erwähnte röthlichweifse Niederschlag sind identisch; beide sind eine Verbindung von Jodkobalt mit Ammoniak.

Diese Verbindung ist an der Luft äufserst unbeständig; sie nimmt schon beim Trocknen zwischen Papier eine bräunliche Farbe an, die bald in Grün übergeht, wobei Ammoniak frei wird. Zur Ausmittlung ihrer Zusammensetzung dienten folgende Versuche:

I. 1,394 Grm. der Krystalle wurden in dem beim Kadmiumsalze angegebenen Apparate im Wasserbade bei 100° erhalten. Sie veränderten sich nicht, und verloren nur ein wenig hygroskopisches Wasser. Bei stärkerem Erhitzen wurden sie blau, schmolzen und hinterliefsen reines Jodkobalt, 1,062 betragend. Die Kaliröhre hatte 0,051 Wasser aufgenommen.

II. 2,244 Grm., gleichfalls von dem krystallisirten Salze, wogen nach dem Trocknen im Wasserbade 2,172, welche, bei gleicher Behandlung wie die vorigen, 1,752 Jodkobalt hinterliefsen. Um zu sehen, ob dieser Rückstand wirklich die Zusammensetzung desselben habe, wurde er durch Schwefelsäure zersetzt, und auf diese Art 0,873 schwefelsaures Kobaltoxyd erhalten, entsprechend 0,332 Kobalt.

III. 0,642 von dem durch Ammoniak unmittelbar erhaltenen röthlichen Niederschlage hinterliefsen 0,469 Rückstand, während sich 0,049 Wasser entwickelt hatten.

Nach Abzug des Wassers geben diese drei Versuche in 100 Theilen:

	I.	II.	III.
Jodkobalt	79,064	80,663	79,089
Ammoniak	20,936	19,337	20,911
	100.	100.	100.

Der im zweiten Versuche gefundene Kobaltgehalt macht 15,287 Proc. aus. Diesen Zahlen entspricht ziemlich gut die Formel $CoJ + 2NH^3$; denn sie erfordert:

Jodkobalt	81,957 = 15,52	Kobalt
Ammoniak	18,043	
	100.	

Obgleich das Wasser in nicht unbeträchtlicher Menge in der zur Untersuchung angewandten Verbindung enthalten war, so darf man doch wohl theils aus dem veränderlichen Gehalt (3 bis 7 Proc.), so wie aus dem unveränderten Ansehen der getrockneten Krystalle, was sonst bei wasserfreien Kobaltsalzen nicht der Fall ist, schliefsen, dafs nichts davon in die Verbindung mit eingegangen ist. Es ist, wie gesagt, nicht möglich, sie ohne Zersetzung zu trocknen.

Mit Wasser übergossen, wird das Jodkobalt-Ammoniak gleichfalls in die grüne flockige Verbindung umgewandelt, von welcher oben die Rede war; es wird dabei Ammoniak frei; die Flüssigkeit ist fast farblos, wird jedoch an der Luft sehr bald röthlich gefärbt; sie enthält viel Jodwasserstoffsäure und etwas Kobalt, während der Rückstand sich wie ein ammoniakfreies basisches Jodkobalt verhält. Wahrscheinlich löst sich auch hier ein Theil der Verbindung ohne Zersetzung auf.

Es ist bemerkenswerth, dafs dasjenige Jodkobalt, welches nach dem Austreiben des Ammoniaks zurückbleibt, und sehr stark erhitzt wurde, die Eigenschaft besitzt, sich in Wasser zu zersetzen, wobei, einem Ver-

suche zufolge, 19 Proc. des grünen basischen Jodkobalts abgeschieden werden, während das zur Trockne abgedampfte Salz, so wie es direct bereitet worden, sich vollständig in Wasser auflöst.

1,34 Grm. Jodkobalt nahmen in trocknem Ammoniakgas 0,297 auf; sie hatten sich dabei von selbst stark erhitzt, und lieferten die Verbindung in Form eines voluminösen röthlichgelben Pulvers. Bei diesem Versuche wurde aber in Folge der Erhitzung etwas Wasser aus dem Jodkobalt ausgetrieben, welches, als sehr zerfliefsliches Salz, nicht ganz trocken angewendet worden war. Dieser Umstand machte die Bestimmung des Kobaltgehalts nothwendig, um die wahre Menge des Jodürs daraus zu finden. Zu dem Ende wurden 1,447 der erhaltenen Ammoniakverbindung mit Wasser behandelt, wobei sie dieselben Erscheinungen wie das zuvor beschriebene Salz darbot; nachdem der grüne Rückstand in Salpetersäure aufgelöst worden, wurde daraus, so wie aus der wäfsrigen Flüssigkeit, zusammen 0,56 schwefelsaures Kobaltoxyd erhalten, welche 0,213 Kobalt entsprechen, und woraus hervorgeht, dafs zu dem Versuche nur 1,272 Jodkobalt angewendet worden waren, welche 0,365 Ammoniak aufgenommen hatten. (Das Wasser war nämlich nicht in der neuen Verbindung geblieben, sondern in eine mit Kalihydrat gefüllte Röhre getrieben worden.) Demzufolge hatten 100 Th. Jodkobalt 28,695 Th. Ammoniak aufgenommen, oder in 100 Th. der neuen Verbindung sind enthalten:

		Atome.	Rechnung.
Jodkobalt	77,703	1	75,18
Ammoniak	22,297	6	24,82
	100.		100.

Diese Verbindung, $CoJ + 3\dot{N}H^3$, enthält folglich

2 einfache Atome Ammoniak mehr als die auf nassem Wege gebildete.

Jodnickel-Ammoniak.

Das erforderliche Jodnickel wurde auf dieselbe Weise wie das Jodkobalt bereitet, und in Form einer gesättigten grünen Auflösung erhalten.

Sein Verhalten zum Ammoniak ist bereits der Gegenstand einiger Versuche Erdmann's gewesen [1]). In Uebereinstimmung mit diesem Chemiker fand ich, dafs, wenn man die Auflösung des Jodnickels mit Ammoniak vermischt, ein hellblauer Niederschlag entsteht, der sich beim Erhitzen fast ganz vollständig zu einer blauen Flüssigkeit auflöst, in welcher sich nur einige grüne Flocken befinden. Beim Erkalten und auf Zusatz von Alkohol scheidet sich die Ammoniakverbindung in kleinen Krystallen aus.

Sie sind von smalteblauer Farbe, stark glänzend, und bilden, so viel sich bemerken läfst, reguläre Octaëder. An der Luft werden sie unter Ammoniakverlust grün, und endlich braun.

Nach Erdmann's Angabe liefert diese Verbindung beim Erhitzen Ammoniak, Jodwasserstoff-Ammoniak und Jod, während Nickeloxyd und Jodnickel zurückbleiben.

Um die Zersetzungsproducte beim Erhitzen in verschlossenen Gefäfsen und zugleich die Zusammensetzung zu ermitteln, wurden folgende Versuche angestellt, aus denen sich zunächst ergiebt, dafs der durch Ammoniak bewirkte blaue Niederschlag und die Krystalle, gleich wie beim Kobalt, identisch sind.

I. 1,595 Grm. der Krystalle verloren bei 100° im Wasserbade nur 0,007 an hygroskopischem Wasser; bei stärkerem Erhitzen trieb man auf die früher beschriebene Art sodann das Ammoniak aus, wobei das Salz eine rothbraune, dann dunkelschwarzgrüne Farbe annahm, ohne

1) Journ. für pract. Chemie, VII, S. 249.

jedoch zu schmelzen. Der aus Jodnickel bestehende Rückstand betrug 1,2 Grm., während die Kaliröhre noch 0,028 Wasser aufgenommen hatte. Um sich zu überzeugen, ob dieser Rückstand reines Jodnickel sey, löste man ihn in Chlorwasserstoffsäure auf, und erhielt durch Fällung mit Kali 0,287 Nickeloxyd = 0,2258 Nickel.

II. 1,437 von dem durch Ammoniak unmittelbar gefällten pulverigen Salz, das bei 100° im Wasserbade eine Zeit lang erhalten worden, verhielten sich beim Erhitzen auf die eben beschriebene Art, und hinterliefsen 1,082 Jodnickel, während 0,043 Wasser entwickelt waren.

Demnach gaben diese beiden Versuche:

	I.	II.
Jodnickel	75,567	75,295
Ammoniak	22,670	21,720
Wasser	1,763	2,985
	100	100

oder nach Abzug des Wassers:

	I.	II.
Jodnickel	76,923	77,611
Ammoniak	23,077	22,389
	100.	100.

Der im Versuch I. besonders noch bestimmte Nikkelgehalt ist = 14,223 Proc. Diese Zahlen führen zu folgender Zusammensetzung:

1 At. Jodnickel	75,183 =	14,262 Nickel
6 - Ammoniak	24,817	
	100.	

Der Formel $NiJ + 3\dot{N}H^3$ entsprechend.

Der Ueberschufs an Jodnickel in beiden Versuchen liegt wohl darin, dafs die Verbindung nicht bis zur Austreibung alles Ammoniaks erhitzt werden durfte, wenn nicht etwas Jodnickel sich verflüchtigen sollte.

Der

Der Wassergehalt mufs als zufällig betrachtet werden; denn die Verbindung konnte zuvor nicht vollkommen getrocknet werden. Ferner spricht dafür die Differenz in beiden Versuchen, so wie der Umstand, dafs nach der angeführten Formel 1 At. Wasser =4,15 Proc. seyn würde.

Wenn die Verbindung aber kein Wasser, und folglich keinen Sauerstoff enthält, so kann sie auch nicht als Jodammonium-Nickeloxyd-Ammoniak betrachtet werden.

Behandelt man sie mit Wasser, so verwandelt sie sich in ein hellgrünes flockiges Nickeloxyd, während die Flüssigkeit blau gefärbt ist, und sich nach Kurzem ein Theil der Verbindung im unzersetzten Zustande wieder in Krystallen daraus abscheidet. Das ausgesonderte Nickeloxyd war frei von Ammoniak, und enthielt eine sehr unbedeutende Menge Jod. Denn 0,188 desselben, in Salpetersäure aufgelöst, gaben 0,01 Jodsilber, entsprechend 3,5 Proc. Jodnickel; ferner lieferten sie 0,145 geglühtes Nickeloxyd, und es ist demnach, nach Abzug des darin enthaltenen Jodürs, die Zusammensetzung des Oxydhydrats:

		Atome.	Rechnung.
Nickeloxyd	79,08	1	80,68
Wasser	20,92	1	19,32
	100		100

woraus sich beiläufig ergiebt, dafs dieses Hydrat $=\dot{N}i\dot{H}$ ist.

0,898 Grm. wasserfreies Jodnickel absorbirten erst dann Ammoniakgas, als sie etwas erhitzt worden waren; das Salz erwärmte sich dann von selbst, und schwoll zu einer gelblichweifsen Masse auf, indem es 0,163 Ammoniak aufnahm, was für 100 Th. Jodnickel 18,151 Th. beträgt, während die neugebildete Verbindung enthält:

		Atome.	Rechnung.
Jodnickel	84,637	1	81,96
Ammoniak	15,363	4	18,04
	100.		100.

Wenn man diese durch $NiJ+2NH^3$ ausgedrückte Zusammensetzung annimmt, so hat das Salz nicht genug Ammoniak aufgenommen, während auch das mit Ammoniakgas gefüllte Gefäfs beim Wägen die Menge von jenem zu niedrig ergeben hat; allerdings stimmt $Ni+3NH^3$ besser mit dem Versuche; denn danach besteht die Verbindung aus 85,83 Jodnickel und 14,17 Ammoniak. Ich mufs es, da der Versuch nur ein Mal angestellt wurde, unentschieden lassen, ob diese sonst nicht recht wahrscheinliche Formel die richtigere ist.

Jodkupfer-Ammoniak.

Bekanntlich läfst sich ein Kupferjodid nicht auf gewöhnliche Weise darstellen, indem es sich sogleich in Jodür und freies Jod zerlegt. Indessen hat schon vor längerer Zeit Berthemot ein Kupferjodid-Ammoniak beschrieben [1]), welches er erhielt, indem er zu einer concentrirten Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd Jodkalium setzte, und den Niederschlag in warmem kaustischen Ammoniak auflöste, woraus die Verbindung nach dem Erkalten in blauen tetraëdrischen Krystallen anschofs. Nach seiner Angabe soll es sich in wenigem Wasser auflösen, durch eine gröfsere Menge aber zersetzt, und ein grünes basisches Jodid abgeschieden werden.

Ich versuchte die Darstellung einer solchen Verbindung auf einem etwas anderen Wege. Kupferjodür wurde nämlich dargestellt theils durch Digestion von fein zertheiltem metallischen Kupfer mit Jod und Wasser, theils durch Fällung eines Gemenges von schwefelsaurem Kupferoxyd und Eisenoxydul mit Jodkalium.

1) *Journ. de Pharm. XV, p.* 445.

Bringt man Kupferjodür in kaustische Ammoniakflüssigkeit, mit welcher ein Gefäfs ganz angefüllt ist, und verschliefst es schnell, so bleibt sie fast ungefärbt, und von dem Jodür scheint sich selbst beim Erwärmen nur wenig aufzulösen. Bleibt die Flüssigkeit jedoch der Luft ausgesetzt, so färbt sie sich allmälig, zuerst in den oberen Schichten, blau; beim Kochen löst sich dann das Jodür vollkommen zu einer dunkelblauen Flüssigkeit auf, und nur wenn die Flüssigkeit concentrirt ist, und die Operation durch Erhitzen beschleunigt wird, scheidet sich zugleich ein braunes Pulver aus, welches sich in jeder Hinsicht wie Kupferoxyd verhält. Bei dieser Einwirkung des Ammoniaks auf das Kupferjodür bilden sich durch Oxydation Kupferjodid und Kupferoxyd, von denen ersteres sich mit dem Ammoniak verbindet und aufgelöst bleibt, letzteres dagegen, welches wahrscheinlich an und für sich in Ammoniak unauflöslich ist [1]), sich bei hinreichender Menge abscheidet, was nur dann nicht der Fall ist, wenn das Ganze der Luft ausgesetzt bleibt, wobei das Ammoniak Gelegenheit hat, Kohlensäure anzuziehen. Man könnte hier glauben, dafs das Jodür sich in Jodid und Metall zerlege, welches letztere abgeschieden werde; allein diefs ist bestimmt nicht der Fall, denn das Abgeschiedene kann durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure augenblicklich zu einer grünen Flüssigkeit aufgelöst werden, welche kein Kupferchlorür enthält. Dennoch aber verbindet sich ein, wenn gleich geringer Theil des Kupferjodürs unmittelbar mit dem Ammoniak; denn beim Erkalten der blauen Flüssigkeit schlagen sich immer Krystalle nieder, welche farblos sind, aber an der Luft in wenigen Augenblicken blau werden. Ich habe sie nicht weiter untersucht, und nur gefunden, dafs sie in erhitzter Chlorwasserstoffsäure eine Auflösung geben, welche durch Wasser stark milchig wird, indem sich Kupferchlorür niederschlägt. Später, und insbesondere

1) Vergl. Berzelius, Lehrbuch, Bd. III S. 306.

auf Zusatz von Alkohol krystallisirt das Kupferjodid-Ammoniak in dunkelblauen prismatischen Krystallen.

Die Verbindung zersetzt sich an der Luft sehr leicht, wobei die blaue Farbe in eine grüne übergeht. Dasselbe geschieht durch Wasser; es scheidet sich ein grünes flockiges Pulver aus, während die Flüssigkeit blau gefärbt ist und einen Theil der Verbindung unzersetzt aufgelöst enthält, wenn man nur wenig Wasser genommen hat; sie trübt sich in diesem Fall durch einen ferneren Zusatz desselben. Durch Salpetersäure wird Kupferjodür gefällt und Jod in Freiheit gesetzt. Das zuvor erwähnte grüne Pulver ist ein basisches Kupferjodid-Ammoniak, und verhält sich gegen Salpetersäure ganz eben so. Beim Erhitzen liefert es viel Wasser, ein wenig Ammoniak, während Jodwasserstoff-Ammoniak sublimirt, und ein braunrother, Kupferjodür enthaltender Rückstand bleibt.

Um die Zusammensetzung des blauen krystallisirten Kupferjodid-Ammoniaks näher zu bestimmen, wurden 1,105 Grm. des zwischen Papier möglichst schnell getrockneten Salzes in einem Kolben mit verdünnter Kalilauge gekocht, und das entweichende Ammoniak in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgefangen. Nach dem Abdampfen im Wasserbade und sorgfältigem Trocknen blieben 0,573 Salmiak zurück, welcher vollkommen flüchtig war und 0,1031 Ammoniak entspricht. Das abgeschiedene Kupferoxyd betrug 0,239, =0,1907 Kupfer, und aus dem Filtrat konnten, nach Zusatz von Salpetersäure, vermittelst Silberauflösung noch 1,22 Jodsilber gefällt werden, welche 0,6574 Jod enthalten. Hiernach besteht das Salz aus:

Kupfer	17,266	76,764
Jod	59,498	
Ammoniak	16,609	
Wasser (als Verlust)	6,627	
	100.	

Dieses Resultat kann in doppelter Beziehung nicht ganz richtig seyn, einerseits weil das Salz nicht vollkommen trocken war, was sich ohne Zersetzung nicht hätte erreichen lassen, und wodurch der Wassergehalt zu hoch ausfallen mufste, und sodann, weil beim Sättigen mit Salpetersäure etwas Jod frei wurde, wodurch dessen Menge zu gering bestimmt wurde. Doch stehen die gefundenen Zahlen folgenden berechneten am nächsten:

Kupfer	1 At.	15,720	78,486
Jod	2 -	62,766	
Ammoniak	4 -	17,042	
Wasser	1 -	4,472	
		100	

wonach die Verbindung durch $CuJ + 2NH^3 + \dot{H}$ bezeichnet wird, und durch ihren Wassergehalt vor allen ähnlichen sich auszeichnet.

Was ihr Verhalten beim Erhitzen anbetrifft, so wird sie zuerst grün, es entweichen Wasser und Ammoniak, während Jodwasserstoff-Ammoniak sublimirt; der Rückstand fulminirt lebhaft, und schmilzt zu einer braunrothen Masse von Kupferjodür.

1,438 Grm. Kupferjodür, einem Strom von Ammoniakgas ausgesetzt, erhitzten sich von selbst, nahmen eine bräunliche Farbe an, und hatten ihr Gewicht um 0,305 vermehrt; mithin verbinden sich 100 Th. Kupferjodür mit 19,728 Th. Ammoniak, oder die Verbindung besteht in 100 aus:

		Atome.	Rechnung.
Kupferjodür	83,52	1	84,68
Ammoniak	16,48	4	15,32
	100.		

Sie ist mit $\dot{C}uJ + 2\dot{N}H^3$ zu bezeichnen. Beim Erhitzen verliert sie alles Ammoniak wieder.

Jodblei-Ammoniak.

Weder durch Digeriren von Jodblei mit Ammoniak, noch durch ähnliche Behandlung von Kaliumbleijodid konnte auf nassem Wege eine Verbindung erhalten werden.

1,266 Grm. Jodblei nahmen 0,091 Ammoniakgas auf, und bildeten eine Verbindung von weifser Farbe, in welcher 100 Th. Jodblei mit 7,19 Th. Ammoniak verbunden sind, oder welche besteht aus:

		Atome.	Rechnung.
Jodblei	93,30	1	93,05
Ammoniak	6,70	2	6,95
	100.		100.

Sie ist also $= \dot{P}bJ + \dot{N}H^3$, verliert an der Luft das Ammoniak vollständig, bleibt aber in Wasser weifs, wobei sie jedoch zersetzt wird, indem die Flüssigkeit Jodwasserstoff-Ammoniak, aber kein Blei enthält, und der Rückstand nach vollständigem Aussüfsen sich als Bleioxyd mit wenig Jodblei gemengt (verbunden?) zu erkennen giebt.

Jodwismuth und Jodwismuth-Ammoniak.

Erwärmt man ein Gemenge von 1 Atomgewicht Wismuthpulver und 2 Atomgewichten Jod, so verbinden sich beide unter Wärmeentwicklung, wobei viel Jod verflüchtigt wird, und man erhält eine graue spröde Masse, welche überschüssiges Wismuth enthält, und durch Wasser in geringem Grade zersetzt wird, indem das letztere etwas Jodwasserstoffsäure, aber kein Wismuth aufnimmt.

Bekanntlich entsteht in einer Auflösung eines Wismuthsalzes durch Jodkalium ein dunkelbrauner Niederschlag von dem Ansehen des Bleisuperoxyds. Es ist hierbei ganz gleichgültig, ob man die Auflösung des Wis-

muthsalzes durch Zusatz von Essigsäure beim Verdünnen klar erhält, oder ob man sie durch Chlorwasserstoffsäure zuerst klar macht, und dann durch Zusatz von Wasser basisches Chlorwismuth fällt; denn letzteres wird vom Jodkalium augenblicklich zerlegt. Dieses braune Jodwismuth ist in der Regel krystallinisch, es wird beim Aussüfsen in gewissem Grade zersetzt und färbt sich an der Oberfläche röthlichbraun; doch läfst es sich gut trocknen. Die abgeschiedene Flüssigkeit ist gelb gefärbt und enthält etwas Jodwismuth aufgelöst.

Es wird allgemein für eine basische Verbindung gehalten. Ich versuchte die Analyse nach zwei Methoden.

I. 1,055, welche bei 100° getrocknet waren (wobei sie nur Spuren von Feuchtigkeit verloren), wurden mit überschüssiger Kalilauge eine Zeit lang gekocht, wobei sie eine gelbe Farbe annahmen. Nach dem Filtriren, Aussüfsen und Erhitzen wurden 0,472 Wismuthoxyd erhalten, welches sich aber bei näherer Untersuchung noch sehr jodhaltig erwies. Deswegen wurden 0,418 desselben in Königswasser aufgelöst und mit Schwefelwasserstoffgas gefällt; das getrocknete Schwefelwismuth war =0,413, entsprechend 0,3366 Wismuth, was für die ganze Verbindung einen Gehalt von 0,380 desselben anzeigt.

II. 0,901 wurden durch Kochen mit concentrirter Schwefelsäure zerlegt; das schwefelsaure Wismuthoxyd wog 0,562 (=0,335 Metall). Zur Sicherheit wurde es mit Salpetersäure und Wasser aufgelöst, und mit kohlensaurem Ammoniak unter den nöthigen Vorsichtsmafsregeln gefällt. Auf diese Art ergaben sich 0,372 geglühtes Oxyd, =0,3343 Wismuth.

Nach beiden Versuchen enthält die Verbindung:

	I.	II.	
Wismuth	36,019	37,105	Proc.

Die Menge des Jods läfst sich nicht genau bestim-

men; ein unvollkommener Versuch zeigte, dafs sie etwas mehr als 60 Proc. beträgt. Hiernach ist diese Verbindung in der That *keine basische, sondern neutrales Jodwismuth*, BiJ; denn ein solches besteht, der Rechnung zufolge, aus:

Wismuth	35,96
Jod	64,04 [1])
	100.

Ich habe nur das Verhalten dieses Jodürs zum Ammoniakgase untersucht. 0,747 erwärmten sich darin von selbst, wurden ziegelroth, und hatten zuletzt 0,071 Ammoniak aufgenommen, was für 100 Th. des Wismuthsalzes 9,505 Th. ausmacht, und wonach die Zusammensetzung in 100 ist:

		Atome.	Rechnung.
Jodwismuth	91,32	1	92,00
Ammoniak	8,68	2	8,00
	100.		100.

Es ist folglich $BiJ + NH^3$. Von Wasser erleidet diese Verbindung eine theilweise Zersetzung, und obgleich sich ihre Farbe nicht sehr ändert, so enthält die Flüssigkeit doch Jodwasserstoff-Ammoniak.

Zinnjodür und Zinnjodür-Ammoniak.

Das Zinnjodür erhält man, wie bekannt, leicht durch Erhitzen der Bestandtheile, und zwar in dem Verhältnifs von 1 Th. Zinn gegen 2 Th. Jod. Die Einwirkung ist sehr heftig und von einer Feuererscheinung begleitet; das Product ist von orangerother Farbe. Es wird die-

1) Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir, auf ein typographisches Versehen im 5ten Bande von Berzelius Lehrbuch, S. 251, aufmerksam zu machen, woselbst das Atomgewicht und die procentische Zusammensetzung des Jodwismuths dem Namen des Jodbenzoyls gegenüber gestellt worden ist.

ses Jodür durch Wasser, besonders in der Wärme, leicht zersetzt, indem sich Zinnoxydulhydrat als weifses flokkiges Pulver abscheidet, und die Flüssigkeit, aufser einer Spur von Zinn, nur Jodwasserstoffsäure enthält.

0,958 Grm. dieser Verbindung, mit ein wenig metallischem Zinn gemengt, erhitzten sich in trocknem Ammoniakgas, wurden weifs und nahmen um 0,194 an Gewicht zu. Um die Quantität des beigemengten Zinns bestimmen und abziehen zu können, wurde die so erhaltene Verbindung in Wasser gebracht, wobei sie sich zersetzte, indem das abgeschiedene Zinnoxydul mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure übergossen wurde, löste es sich bis auf 0,03 metallisches Zinn auf. Nach Abzug derselben haben 0,928 Zinnjodür 0,194 Th. Ammoniak, oder 100 Th. des ersteren 20,9 Th. aufgenommen, so dafs die Verbindung enthält:

		Atome.	Rechnung.
Zinnjodür	82,71	1	84,37
Ammoniak	17,29	4	15,63
	100.		100.

Sie ist $= SnJ + 2NH^3$.

Jodsilber-Ammoniak.

Es gelang nicht, auf nassem Wege eine derartige Verbindung hervorzubringen.

1,75 getrocknetes, nicht geschmolzenes Jodsilber absorbirten unter freiwilliger Erwärmung 0,063 Ammoniak, und nahmen eine weifse Farbe an. 100 Th. nehmen mithin 3,6 Th. Ammoniak auf, und die Zusammensetzung dieser Verbindung ist in 100:

		Atome.	Rechnung.
Jodsilber	96,52	1	96,47
Ammoniak	3,48	1	3,53
	100.		100.

Sie ist $AgJ + NH^3$, oder richtiger $2AgJ + NH^3$. An der Luft verliert diese Verbindung in kurzer Zeit den Ammoniakgehalt, und die gelbe Farbe des Jodsilbers kehrt zurück. In Wasser erfolgt dieselbe Zersetzung.

Ueber das Verhalten des Quecksilberjodids zum Ammoniak.

Von allen Jodmetallen, welche ich untersucht habe, ist das Quecksilberjodid dasjenige, welches in seinem Verhalten zum Ammoniak von der allgemeinen Regel abweicht, und zur Bildung mehrfacher Verbindungen vorzugsweise geneigt ist.

Was zunächst das Verhalten dieses Jodids im trocknen Ammoniakgase anbelangt, so ist es durch die Versuche von H. Rose entschieden, dafs es bei dieser Gelegenheit 1 Doppelatom Ammoniak aufnimmt und eine weifse Verbindung darstellt, von welcher an der Luft in kurzer Zeit alles Ammoniak entweicht, und das Jodmetall mit rother Farbe zurückbleibt [1]).

Ueber die Wirkung der Ammoniakflüssigkeit auf Quecksilberjodid sind dagegen nur wenige unvollständige Beobachtungen bekannt geworden. So bemerkten Caillot und Corriol [2]), dafs hierbei das Jodid eine weifse Farbe annahm, ein Theil sich auflöste und ein anderer sich mit rothbrauner Farbe niederschlug. Durch freiwilliges Verdampfen der Flüssigkeit schieden sich weifse nadelförmige Krystalle aus, welche an der Luft sehr bald durch Ammoniakverlust roth wurden. Die Flüssigkeit, aus welcher die Krystalle sich abgesetzt hatten, enthielt, nach ihren Versuchen, noch Jodquecksilber und Jodwasserstoff-Ammoniak. Es ist bei dieser Untersuchung weder die Natur der weifsen Krystalle, noch des braunen Körpers durch Versuche ermittelt worden.

1) Diese Annalen, Bd. XX S. 161.

2) *Journ. de Pharm.* 1823, *p* 381, und Schweigger's Journal, Bd. XXXIX S. 379.

Eine unvollständige Beobachtung über diesen Gegenstand, die nichts Neues darbietet, hat Böttger mitgetheilt [1]).

Unter diesen Umständen schien es mir von Interesse zu seyn, mit Rücksicht auf die sehr interessanten Resultate, welche Kane's und Ullgren's Arbeiten neuerlich in Betreff der aus der gegenseitigen Einwirkung von Quecksilberchlorid und Ammoniak entstehenden Producte geliefert haben, das Verhalten der entsprechenden Jodverbindung genauer zu untersuchen.

Wenn man Quecksilberjodid mit Ammoniakflüssigkeit *bei gewöhnlicher Temperatur* in Berührung bringt, so erfolgt anfangs keine sichtbare Veränderung. Nach einiger Zeit wird indefs die Farbe des Jodids blasser, und endlich verwandelt es sich ganz in eine weifse Substanz, welche eine unmittelbare Verbindung von Quecksilberjodid und Ammoniak ist. Ihre Bestandtheile sind aber so lose mit einander verbunden, dafs sie, gleich der auf trocknem Wege dargestellten, an der Luft in einigen Stunden den ganzen Ammoniakgehalt verliert und reines Quecksilberjodid hinterläfst.

Ganz dieselbe Verbindung erhält man, wenn zu einer Auflösung von Quecksilberjodid in Jodkalium, Jodnatrium oder Jodwasserstoff-Ammoniak Ammoniak gesetzt wird, wobei sie sogleich in Gestalt eines krystallinischen Pulvers niedergeschlagen wird. So wie an der Luft, so wird sie auch durch Wasser in ihre Bestandtheile zerlegt. Sie enthält, wie die nachfolgenden Versuche zeigen, nur halb so viel Ammoniak, als die auf trocknem Wege dargestellte.

I. 1,459 Grm. wurden gelinde erhitzt, sie hinterliefsen 1,388 Jodid, und lieferten 0,016 Wasser, welches in Kalihydrat aufgefangen wurde, und von unvollkommenem Trocknen herrührte, wie es bei einer so leicht zersetzbaren Verbindung nicht anders möglich ist.

1) Journal für pract. Chemie, Bd. VIII S. 481.

II. 1,678 lieferten auf gleiche Art 1,61 Jodid und 0,01 Wasser.

Hiernach enthält die Verbindung:

	I.	II.
Quecksilberjodid	95,133	95,947
Wasser	1,097	0,595
Ammoniak	3,770	3,458
	100	100

oder nach Abzug des Wassers:

	I.	II.
Quecksilberjodid	96,49	96,52
Ammoniak	3,51	3,48
	100.	100.

Dem zufolge enthält sie auf 1 At. Quecksilberjodid ein einfaches Atom Ammoniak, $HgJ + NH^3$, oder besser $2HgJ + NH^3$; denn die danach berechnete Zusammensetzung ist:

Quecksilberjodid	96,37
Ammoniak	3,63
	100.

Verwickelter wird aber der Vorgang, wenn man Quecksilberjodid mit Ammoniakflüssigkeit erhitzt. Es wird zuerst heller, fast weifs, aber schnell, schon bei etwa 60° C. geht die Farbe in Braun über, welches gegen den Siedepunkt der Flüssigkeit dunkel, dem Kermes ähnlich wird, und sich bei fortgesetztem Kochen nicht weiter ändert. Während des Erkaltens setzt die gelb gefärbte Flüssigkeit lange, nadelförmige, weifse Krystalle von dem so eben beschriebenen Quecksilberjodid-Ammoniak ab.

Bei diesem Vorgange sehen wir also einen Theil des Jodids sich mit dem Ammoniak unmittelbar verbinden, und in diesem Punkte weicht das Verhalten des

Jodids von dem des Chlorids ab, bei welchem wir auf nassem Wege, bis jetzt wenigstens, die Bildung einer solchen Verbindung nicht bemerkt haben. Ferner aber wird ein dunkelbrauner Körper gebildet, welcher, wie ich mich bemühen werde, zu zeigen, eine Amidverbindung ist, jedoch nicht dem *Mercurius praecipitatus albus* analog zusammengesetzt, sondern der aus diesem durch Einwirkung von Wasser oder Alkalien entstehenden gelben basischen Verbindung, mithin aus Quecksilberjodid, Quecksilberoxyd und Quecksilberamid. Wenn aber eine solche Verbindung entstehen soll, so mufs gleichzeitig Jodwasserstoffsäure gebildet werden, und diefs ist in der That der Fall; denn wenn man die Ammoniak- und die Amidverbindung abgeschieden hat, und die Flüssigkeit verdunstet, so krystallisirt zuletzt Jodwasserstoff-Ammoniak, von dem ein Theil mit einer gewissen Quantität des Jodids zu einem schon von Boullay anderweitig beschriebenen Doppelsalze vereinigt ist.

Die Darstellung der braunen Amidverbindung im reinen Zustande erfordert jedoch einige Vorsichtsmafsregeln. Da nämlich das gleichzeitig gebildete Quecksilberjodid-Ammoniak so schwerlöslich ist, dafs es schon aus der noch heifsen Flüssigkeit auszukrystallisiren anfängt, so mufs man dieselbe unmittelbar nach dem Kochen abgiefsen, was leicht geschehen kann, weil die neue Verbindung wegen ihrer Schwere sich sehr bald zu Boden setzt. Man mufs alsdann von Neuem Ammoniak hinzusetzen, zum Kochen erhitzen, abgiefsen, und diefs so oft wiederholen, als das abgegossene Ammoniak beim Erkalten Krystalle von Quecksilberjodid-Ammoniak absetzt. Ich habe ein 5- bis 7maliges erneuertes Aufgiefsen von Ammoniak nöthig gefunden. Hat man diese Vorsicht nicht gebraucht, so enthält die braune Verbindung mehr oder weniger Jodid-Ammoniak, und in Folge dessen bemerkt man beim Trocknen rothe Punkte von Jodid darin. Aufserdem ist zu bemerken, dafs die Am-

moniakflüssigkeit concentrirt und in ziemlicher Menge angewandt werden mufs, weil sich sonst jene schwerlösliche Verbindung in noch gröfserer Menge abscheidet.

Der neue Körper besitzt eine braune, bisweilen sich in's Purpurrothe neigende Farbe, ist an der Luft unveränderlich, läfst sich mindestens bis 180° C. erhitzen, ohne etwas anderes als eine Spur hygroskopischen Wassers abzugeben, und entwickelt, mit Kalilauge gekocht, *keine Spur von Ammoniak.* Erhitzt man ihn dagegen mit einer Auflösung von Schwefelbaryum, so wird eine ziemliche Menge Ammoniak frei; er zeigt also in dieser Beziehung genau dasselbe Verhalten, wie die gelbe basische Verbindung des weifsen Präcipitats.

Beim Ausschlufs der Luft in einer kleinen Retorte erhitzt, schmilzt er zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit, indem eine kleine Menge Wasser sich zeigt. Er wird zersetzt; Quecksilberjodid und metallisches Quecksilber sublimiren, es entwickelt sich Ammoniak und Stickgas, und es bleibt kein Rückstand. Bei diesem Procefs zeigt die Masse in der Retorte ein lebhaftes Fulminiren mit blauem Licht.

In Chlorwasserstoffsäure löst sich diese Verbindung beim Erwärmen ziemlich leicht auf, und giebt eine farblose Flüssigkeit, welche im concentrirten Zustande beim Erkalten hellgelbe Krystalle von dem von Boullay zuerst beschriebenen Doppelsalze aus Quecksilberchlorid und Jodid ($HgCl + HgJ$), daneben aber auch Krystalle von reinem Jodid absetzt. (Genau dieselbe Erscheinung zeigt sich beim Erkalten einer Flüssigkeit, welche erhalten wird, indem man Quecksilberoxyd in überschüssiger Chlorwasserstoffsäure auflöst und in der Wärme Quecksilberjodid in dieselbe einträgt.)

Um die Zusammensetzung dieses Körpers auszumitteln, wurden mehrfache Versuche angestellt, welche jedoch nur die Menge des Quecksilbers und des Ammoniaks ergeben, da eine Bestimmung des Jods sich nicht

ausführen liefs. Ich will aufserdem noch bemerken, dafs die anzuführenden Bestimmungen mit einem zu verschiedenen Zeiten dargestellten Präparat unternommen sind, und dafs es stets zuvor bei einer Temperatur von 120° C. getrocknet wurde, wobei sich, da es nur wenig hygroskopisch ist, zuweilen gar kein Gewichtsverlust zu erkennen gab.

I. 1,11 Grm. wurden in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und mit einem Zusatz von Salpetersäure einige Zeit erhitzt, um einen Theil des Jods auszutreiben, worauf durch die hinreichend verdünnte Auflösung ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet wurde. Der anfangs entstehende orangefarbige Niederschlag (schwefelbasisches Quecksilberjodid) verwandelt sich erst spät in schwarzes Schwefelquecksilber, welches, scharf getrocknet, 1,007 betrug. Hier, wie in den folgenden Versuchen, war immer etwas freier Schwefel beigemengt, welcher von der Einwirkung des freigewordenen Jods auf einen Theil des Schwefelwasserstoffs herrührt. Um die wahre Menge des Quecksilbers zu erhalten, mufste deshalb die des Schwefels noch besonders bestimmt werden. Zu diesem Zweck wurden 0,968 von dem erhaltenen Schwefelmetall mittelst Königswasser oxydirt, wobei sich 0,181 Schwefel abschieden, und durch Chlorbaryum 0,102 schwefelsaure Baryterde erhalten wurde, welche =0,014 Schwefel, dessen ganze Menge auf 0,195 erhebt. Das Quecksilber beträgt mithin 0,773 in 0,968 Schwefelmetall, oder 0,804 in der gesammten Menge desselben, =72,441 Proc.

II. 1,231 wurden auf gleiche Weise behandelt, und nur die Anwendung der Salpetersäure vermieden. Das Schwefelquecksilber wog 1,057, dessen Quecksilbergehalt =0,912 oder 74,090 Proc., welche Zahl jedoch jedenfalls zu hoch ist, indem in diesem einen Versuche der Schwefel nicht besonders bestimmt wurde. Die vom Schwefelquecksilber abfiltrirte Flüssigkeit wurde zur Bestimmung des Ammoniaks im Wasserbade zur Trockne

gebracht, wieder aufgelöst und mit Platinchlorid vermischt. Es zeigte sich indessen hierbei, dafs noch Jod vorhanden war, in Folge dessen der gefällte Platinsalmiak mit einem schwarzbraunen Niederschlage gemengt erschien, der vermuthlich aus Jodplatin bestand. Er wurde mit Alkohol so lange gewaschen, bis dieser farblos ablief, und durch Glühen zersetzt, wobei 0,246 metallisches Platin hinterblieben, während etwas Jod sich verflüchtigte. Da 0,246 Platin 0,04278 Ammoniak entsprechen, so macht diefs 3,475 Proc. aus, wiewohl diese Zahl zu grofs ist, da das beigemengte Jodplatin nicht abgeschieden werden konnte, und die Ammoniakbestimmung folglich auf diesem Wege bei der Jodverbindung nicht anwendbar ist, während sich Kane bei denen des Chlors dieser Methode mit Vortheil bedient hat.

III. 1,773 mit Königswasser zerlegt, lieferten 1,623 Schwefelquecksilber, worin die Untersuchung 0,328 Schwefel nachwies, so dafs das Quecksilber 1,289 oder 72,713 Proc. beträgt.

IV. Um den Ammoniakgehalt genau zu bestimmen wurden 2,125 mit einem Ueberschufs von Schwefelbaryumauflösung so lange gekocht, bis alles Ammoniak ausgetrieben war, welches in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgefangen wurde. Nachdem sie im Wasserbade abgedampft worden, wurde der Rest mit Platinchlorid behandelt, und ein Niederschlag erhalten, der nach dem Glühen 0,385 Platin hinterliefs, entsprechend 0,6695 oder 3,15 Proc. Ammoniak. Das Schwefelquecksilber wog nach dem Auswaschen mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure und Trocken 1,589. Beim Auflösen in Königswasser zeigte sich eine Beimengung von 0,0317 schwefelsauren Baryts, nach deren Abzug das Schwefelmetall nur 1,5573 beträgt, worin die fernere Untersuchung 0,2158 Schwefel nachwies, so dafs 1,3415 Quecksilber vorhanden waren. Diefs macht 63,16 Proc. der Verbindung aus, also 10 Proc. weniger als nach allen übrigen Ver-

su-

suchen, was nur darin seinen Grund haben konnte, dafs das Fehlende von dem überschüssigen Schwefelbaryum aufgelöst worden war, ungeachtet diejenigen Chemiker, welche früher derartige Analysen angestellt haben, dieses Umstandes nicht erwähnen. Wohl aber wird diese Vermuthung, welche der folgende Versuch bestätigt hat, schon durch die Existenz eines von Brunner entdeckten Salzes, $\dot{K}+\dot{H}g+5\dot{H}$, sehr wahrscheinlich, worin das Schwefelquecksilber ohne Zweifel das elektro-negative Element vorstellt.

V. Es wurden daher 3,04 Grm. auf's Neue ebenfalls so behandelt. Das durch Erhitzen des Platinsalmiaks gewonnene Platin betrug 0,547, =0,094 oder 3,093 Proc. Ammoniak. Das gefällte Schwefelquecksilber wurde abfiltrirt, und die Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt, wobei sich ein Gemenge von Schwefelquecksilber und Schwefel niederschlug, welches dem ersteren hinzugefügt wurde, worauf das Ganze nach dem Trocknen 2,615 betrug. Als 2,543 desselben durch Oxydation mit Königswasser etc. untersucht wurden, so fand sich, dafs ihnen 0,017 schwefelsaurer Baryt beigemengt war, und der Gehalt an Schwefel 0,465 betrug. Wird diefs auf's Ganze berechnet, so ergiebt sich das Quecksilber zu 2,1191 oder 69,707 Proc. Es darf nicht befremden, dafs unter diesen Umständen, bei einer so viele Umwege erfordernden Methode der Quecksilbergehalt etwas zu niedrig ausfällt. (Wenn man das Schwefelquecksilber, um es zu oxydiren, mit concentrirter Salpetersäure und sodann mit Chlorwasserstoffsäure übergiefst, so bemerkt man, dafs der Schwefel sich zum grofsen Theil abscheidet, und nur schwierig von einem Antheil Schwefelquecksilber, welches er einhüllt, zu befreien ist. Wendet man hingegen *rauchende* Salpetersäure an, so scheidet sich in der Regel gar kein Schwefel ab, und wenn diefs der Fall ist, so erscheint er in rein gelben Tropfen, wobei man zugleich

bemerkt, dafs auf Zusatz der ersten Portionen Chlorwasserstoffsäure ein Theil des schwarzen Schwefelmetalls sich in Zinnober verwandelt.)

Nachstehende Uebersicht zeigt eine Zusammenstellung der erhaltenen Resultate:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Quecksilber	72,441	74,090	72,713	—	69,707
Ammoniak	—	3,475	—	3,15	3,093

Berücksichtigt man die Bildung dieses Körpers, welche derjenigen analog ist, wodurch die gelbe basische Chlorverbindung entsteht, mit welcher er aufserdem die gröfste Uebereinstimmung in seinen Eigenschaften zeigt, so darf man schliefsen, dafs er eine Verbindung von *Quecksilberjodid*, *Quecksilberoxyd* und *Quecksilberamid* sey, welche, nach Analogie der Chlorverbindung, durch

$$Hy\dot{J} + 2\dot{Hy} + Hy\ddot{N}H^2$$

bezeichnet wird. Das berechnete Resultat ist in diesem Fall:

Quecksilber	71,873	
Jod	22,421	
Stickstoff	2,513	} =3,044 Ammoniak
Wasserstoff	0,354	}
Sauerstoff	2,839	
	100.	

Eine dem weifsen Präcipitat selbst entsprechende Verbindung, $=Hy\dot{J} + Hy\ddot{N}H^2$, würde dagegen 58,696 Quecksilber und 4,973 Proc. Ammoniak erfordern, also von den erhaltenen Resultaten sehr abweichen. Sie scheint nicht darstellbar zu seyn.

Wird diese Vorstellung von der Natur des Präparats zu Grunde gelegt, so beruht seine Bildung darauf, dafs 4 At. Quecksilberjodid, 4 Doppelatome Ammoniak und 2 At. Wasser sich gegenseitig zu 1 At. der basi-

schen Amidverbindung und 3 At. Jodwasserstoff-Ammoniak zersetzen. Denn:

$$4HyJ + 4\ddot{N}H^3 + 2\dot{H} = (HyJ + 2\dot{H}y + Hy\ddot{N}H^2) + 3(\ddot{N}H^3JH).$$

Da es indefs von Wichtigkeit ist, den Gehalt dieser Verbindung an Quecksilberoxyd durch den Versuch nachzuweisen, so versuchte ich, sie in trocknem Chlorwasserstoffgas zu erhitzen, wie es Ullgren beim weifsen Präcipitat, freilich zu dem gerade entgegengesetzten Zweck, gethan hat; denn man durfte glauben, dafs vermöge eines Sauerstoffgehalts sich Wasser bilden werde. Eine gewogene Menge der Verbindung wurde, nachdem sie sorgfältig getrocknet worden, im Wasserbade bei 100° der Wirkung des Gases ausgesetzt; sie färbte sich dabei an einigen Stellen gelb, und es gingen weifse Dämpfe in eine als Vorlage dienende Flasche über. Als die Wirkung des Gases bei dieser Temperatur aufzuhören schien, wurde die Masse stärker erhitzt, wobei sie zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit schmolz und sich zuletzt vollständig verflüchtigte. Die nächsten Theile des Apparats waren mit einem gelben und rothen pulverigen Sublimate bedeckt. Während des ganzen Verlaufes dieser Operation liefs sich nun freilich eine Bildung von Wasser oder tropfbarflüssiger Chlorwasserstoffsäure nicht mit Sicherheit erkennen; allein, wenn eine solche auch wirklich stattfand, so mufste sie bei der geringen Menge Wassers, welche der Theorie nach entstehen kann, kaum wahrzunehmen seyn, da der ganze Apparat sich von Anfang an mit undurchsichtigen Dämpfen erfüllt, und die ganze, als lockeres Pulver sublimirende Masse eine geringe Menge Feuchtigkeit leicht absorbiren kann. Was übrigens dieses Sublimat anbelangt, so zeigte die nähere Untersuchung, dafs es aus Quecksilberjodid-Ammoniak, Quecksilberchlorid, Chlor- und Jodwasserstoff-Ammoniak bestand.

Wenn dieser Versuch zu keinem entscheidenden

Resultat führte, so liefs sich ein solches mit mehr Erfolg von der blofsen Einwirkung der Hitze auf die Verbindung erwarten. Schon oben wurde ihr Verhalten in dieser Beziehung angegeben, und dabei bemerkt, dafs sie selbst im gut getrockneten Zustande beim Erhitzen etwas Wasser liefert. Bei dieser Zersetzung wird kein Jodwasserstoff-Ammoniak gebildet; denn das, was sublimirt, tritt an Wasser nichts Auflösliches ab, und ist ein Gemenge von Quecksilberjodid und Metall. Da sich indessen stets auch freies Ammoniak unter den gasförmig entweichenden Producten findet, so kann dieſs nur dadurch geschehen, dafs ein Theil des Amids in Ammoniak und Stickgas zerfällt, wodurch die Menge des Wassers, welches sich gleichzeitig bildet, um ein Bedeutendes vermindert werden kann, wiewohl dann andererseits etwas Sauerstoffgas entweichen müfste.

Ich glaubte, die Analyse dieser Amidverbindung dadurch controliren zu können, dafs ich die Quantitäten Jodid und Metall, welche bei der erwähnten Zersetzung in der Hitze erhalten werden, gesondert zu bestimmen versuchte. Zu dem Ende wurde die sublimirte Masse mit Kalium zusammengerieben; allein es zeigte sich, dafs das Jodid unter Feuererscheinung vom Kalium zerlegt, und Jodkalium und metallisches Quecksilber gebildet werden.

Beim Erhitzen in Wasserstoffgas verhielt sich die Amidverbindung ganz wie beim Erhitzen für sich, so wie auch Quecksilberjodid in diesem Gase ohne Zersetzung sublimirt.

Ungeachtet nun durch diese Versuche die Gegenwart des Sauerstoffs, wie ich glaube, nicht mit genügender Evidenz dargethan wird, so sprechen doch, aufser der Uebereinstimmung der Analysen mit der Formel, mehre Gründe für die darin angenommene Zusammensetzung. Zunächst die Art der Bildung dieses Körpers, bei Gegenwart von überschüssigem Alkali und unter fort-

dauerndem Kochen, so wie der Umstand, dafs derselbe durch Erhitzen mit ätzender Kalilauge durchaus nicht verändert wird. Ferner wird in diesem Fall kein Ammoniak entwickelt, was mit dem Verhalten der analogen basischen Chlorverbindung übereinkommt, während der weifse Präcipitat selbst bekanntlich in diesem Fall einen Theil des Ammoniaks verliert.

Endlich hat schon Kane die Beobachtung gemacht, dafs die basische Chlorverbindung beim Digeriren mit Jodkaliumlösung braun wird und Ammoniak entwickelt, während der weifse Präcipitat in gleichem Fall Quecksilberjodid bildet. Jener braune Körper ist unsere in Rede stehende Verbindung, und würde sich bei diesem Processe weiter nichts als Chlorkalium bilden, so wäre ihre Zusammensetzung keinem Zweifel unterworfen. Allein es wird gleichzeitig Ammoniak frei, was auf den ersten Anblick befremden mufs.

Bei den in dieser Beziehung angestellten Versuchen fand ich jene Angabe Kane's richtig; allein es ergab sich, dafs das Freiwerden von Ammoniak gewissermafsen ein secundärer Vorgang ist, und durch die Einwirkung des überschüssigen Jodkaliums auf die schon gebildete Amidverbindung bedingt wird. Wird letztere auf dem früher beschriebenen Wege dargestellt und im trocknen Zustande mit Jodkaliumlösung digerirt, so entwickelt sich gleichfalls Ammoniak, indem sich, wenn ein Ueberschufs von Jodkalium angewendet wird, alles zu einer gelblichen Flüssigkeit (Kalium-Quecksilberjodid) auflöst. Ganz dasselbe erfolgt, wenn man statt der braunen Jodverbindung die gelbe basische Chlorverbindung wählt. In allen diesen Fällen mufs das Quecksilberoxyd und das Quecksilberamid in Jodid verwandelt werden, wobei der Sauerstoff des Oxyds das Kalium zu Kali oxydirt, wie denn in der That die Flüssigkeit stark alkalisch wird, und durch Anziehen von Kohlensäure aus der Luft die Gegenwart von freiem Alkali darthut. Das

Quecksilberamid dagegen zerlegt sich mit dem Jodkalium unter Mitwirkung der Elemente des Wassers so, dafs Jodquecksilber, Kali und Ammoniak entstehen.

Diese Erklärung wird unterstützt durch das Verhalten des *Quecksilberoxyds* zur Jodkaliumlösung, welches sich in dieser beim Erwärmen unter Bildung von kaustischem Kali und Jodquecksilber vollständig auflöst.

Bei dieser Gelegenheit mufs ich bemerken, dafs wenn man weifsen Präcipitat oder dessen basische Verbindung mit einer concentrirten Auflösung von Chlorkalium oder Chlornatrium kocht, sich Ammoniak entwickelt, und die Flüssigkeit Quecksilber aufgelöst enthält, während diefs bei Anwendung von reinem Wasser nicht der Fall war.

Da nach den Versuchen von Ullgren die basische Chlorverbindung durch Erhitzen von basischem Quecksilberchlorid ($Hy\dot{C}l + 3\dot{H}y$) in Ammoniakgas erhalten, und dadurch ihre Zusammensetzung leicht nachgewiesen werden kann, so suchte ich ein entsprechendes basisches Quecksilberjodid darzustellen, welches unter gleichen Umständen die braune Amidverbindung liefern müfste.

Die Darstellung eines solchen basischen Quecksilberjodids scheint indessen gröfseren Schwierigkeiten unterworfen zu seyn, und mehrere Methoden, welche versucht wurden, gaben negative, aber doch bemerkenswerthe Resultate.

Erhitzt man z. B. Quecksilberjodid mit einer Auflösung von Chlorkalk, so löst es sich darin auf, und bei eintretendem Kochen schlägt sich ein weifser gelatinöser Körper nieder, welcher sich als *basisch überjodsaure Kalkerde* zu erkennen gab. Die Flüssigkeit enthielt Quecksilberchlorid [1]).

Quecksilberoxyd und Jodid, mit Wasser erhitzt, äufsern keine Wirkung auf einander; auch beim Zusam-

1) Vermischt man eine Auflösung von Jodkalium oder Jodnatrium mit der von Chlorkalk, bis die Färbung wieder verschwindet, so krystallisirt nach dem Erkalten *jodsaure Kalkerde.*

menschmelzen beider Körper in dem richtigen Verhältnisse (1 At. Jodid und 3 At. Oxyd) entsteht keine feste Verbindung. Digerirt man Quecksilberoxyd mit Jod und Wasser, so scheidet sich nach einiger Zeit rothes Jodid in krystallinischer Form aus, während jodsaures Quecksilberoxyd als weifses Pulver beigemengt ist.

Ein genügenderes Resultat läfst sich erhalten, wenn man Quecksilberjodid mit verdünnter Kalilauge erhitzt. Es verwandelt sich dann in ein gelbbraunes Pulver, welches das basische Salz ist, oder vielmehr dasselbe in der Regel mit Quecksilberoxyd gemengt; denn es gelang nicht, das Oxy-Jodid frei davon zu erhalten. Indessen wird auch verhältnifsmäfsig wenig von diesem Product erhalten; denn das meiste Quecksilberjodid bleibt in dem sich bildenden Jodkalium aufgelöst. Es würde unnütz seyn, wenn ich hier die Versuche anführen wollte, vermittelst deren der Quecksilbergehalt in dem erhaltenen basischen Jodid bestimmt wurde; derselbe schwankte stets und betrug bald mehr, bald weniger, als die Rechnung für $HyJ + 3\dot{H}y$ giebt (72,9 Proc.), woraus deutlich genug hervorzugehen scheint, dafs es zuweilen Jodid, zuweilen Oxyd beigemengt enthielt. Dessen ungeachtet liefs es sich aber anwenden, um in Ammoniak erhitzt zu werden.

Eine Portion wurde (nach vorgängigem Trocknen bei 120°) einem Strome von Ammoniak ausgesetzt, und während dem bis zu 180° C. erhitzt. Es entband sich etwas Wasser, und die gelbbraune Farbe verwandelte sich in die rothbraune der Amidverbindung. Nachdem das so erhaltene Product einige Zeit an der Luft gelegen hatte, wobei es unverändert blieb, wurde es mit Kalilauge gekocht, ohne dafs Ammoniak sich gezeigt hätte. Als es aber auf gleiche Weise mit Schwefelbariumauflösung behandelt wurde, *entband sich eine reichliche Menge Ammoniak.*

Diese Versuche setzen, wie mich dünkt, die wahre Natur der aus Quecksilberjodid und Ammoniak entste-

henden Amidverbindung aufser Zweifel, indem sie bestätigen, dafs dieser interessante Körper als eine Verbindung von Quecksilberjodid, Quecksilberoxyd und Quecksilberamid betrachtet werden mufs.

Mit *Quecksilberjodür* wurden ebenfalls einige Versuche über die Wirkung des Ammoniaks auf dasselbe angestellt. Wird es bei gewöhnlicher Temperatur mit jenem behandelt, so verwandelt es sich in ein schwarzes Quecksilberjodür-Ammoniak, welches aber beim Trocknen schon fast alles Ammoniak verliert und wieder grün wird. Kocht man das Jodür mit Ammoniakflüssigkeit, so erhält man eine schwärzliche Verbindung mit viel metallischem Quecksilber gemengt, während aus der Flüssigkeit Quecksilberjodid-Ammoniak anschiefst. Die Leichtigkeit, mit der das Jodür sich in Jodid und Metall zerlegt, erschwert eine genauere Untersuchung der entstandenen Producte.

X. *Ueber die Zusammensetzung des Chlorits; von F. Varrentrapp.*

Die neueren Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Chlorits sind von v. Kobell angestellt. Er machte zuerst zwei Analysen bekannt [1]), die den Chlorit vom Zillerthale in Tyrol und von Achmatowsk bei Slatoust im Ural betrafen, und folgende Resultate gaben:

	Zillerthal.	Achmatowsk.
Talkerde	22,83	32,08
Eisenoxydul	15,00	5,10
Thonerde	21,81	18,72
Kieselerde	26,51	31,25
Wasser	12,00	12,63
	98,15	99,78.

Hiernach enthalten zwar beide Abänderungen dieselben Bestandtheile, doch in so verschiedenen Verhältnissen, dafs es nicht wahrscheinlich ist, dafs die Zusammensetzung beider durch ein und dieselbe Formel ausgedrückt werden könne, wiewohl v. Kobell mit der Annahme, dafs die Thonerde die Rolle einer Säure spiele und die Kieselerde ersetze, diefs versucht hat.

Dieser Umstand veranlafste Hrn. Prof. G. Rose, Hrn. Brüel, einen geschickten jungen Chemiker aus Klausthal, der im Winter 1837 bis 1838 in dem Laboratorium von Hrn. Prof. H. Rose sich mit chemischen Untersuchungen beschäftigte, zu einer Reihe von Analysen der verschiedenen Abänderungen des Chlorits aufzufordern, und theilte ihm dazu zuerst eine Varietät mit, welche im Zillerthale in Tyrol vorkommt, und in dün-

1) Karsten's Archiv, Bd. XII S. 42.

nen, aber drei bis vier Linien breiten sechsseitigen Tafeln krystallisirt ist. Die Analyse gab folgende Zusammensetzung:

		Sauerstoffgehalt.	
Talkerde	= 32,564	12,604	5
Eisenoxydul	= 5,974	1,360	
Manganoxydul	= 0,011	0,002	
Thonerde	= 16,666	7,783	3
Kieselerde	= 31,466	16,346	6
Wasser	= 12,425	11,044	4

Diese Zusammensetzung stimmt fast vollständig mit der des Chlorits von Achmatowsk nach der Analyse von v. Kobell überein. Nimmt man an, dafs die Sauerstoffmengen in dem oben angegebenen Verhältnisse stehen, so ist die Formel, durch welche die Zusammensetzung des krystallisirten Chlorits, sowohl von Achmatowsk, als vom Zillerthale, bezeichnet werden kann:

$$\left.\begin{matrix}\dot{Mg}^3\\ \dot{Fe}^3\end{matrix}\right\} \dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si} + 2\,\dot{Mg}\,\dot{H}^2.$$

An der Untersuchung anderer Abänderungen des Chlorits wurde Hr. Brüel durch seine Abreise von Berlin verhindert, als ich daher im Winter 1838 in dem Laboratorium des Hrn. Prof. H. Rose mich mit chemischen Untersuchungen beschäftigte, übernahm ich, aufgefordert von Hrn. Prof. G. Rose, sehr gern die Fortsetzung dieser Arbeit, und untersuchte noch mehrere andere Abänderungen des Chlorits, die auch ich der Güte des letzteren verdanke.

Das Verfahren, welches ich bei diesen Analysen beobachtete, bestand in Folgendem:

Gut ausgesuchte reine Blättchen wurden so fein als möglich zerrieben und im Wasserbade zur Entfernung der hygroskopischen Feuchtigkeit erwärmt und dann stark geglüht, um auf diese Weise durch den Verlust das darin enthaltene, zur Zusammensetzung gehörige Wasser zu be-

stimmen. Durch vorläufige Versuche hatte ich jedesmal mich von der Abwesenheit von Flufssäure und Salzsäure überzeugt. Das geglühte Pulver liefs sich, wie von v. Kobell angegeben, zwar langsam, jedoch vollständig durch concentrirte Schwefelsäure, unvollständig aber nur durch Salzsäure zersetzen. Da ich bei dem mit Schwefelsäure zersetzten Minerale kein Alkali hatte auffinden können, so zog ich es vor durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron die Zersetzung zu bewirken, wobei ein weniger feines Pulver erfordert wird. Bei der blättrigen Structur der Chlorite bleiben, selbst nach langem Reiben, stets kleine Blättchen zurück, die durch Schlämmen nicht leicht zu sondern sind, und von den Säuren nur sehr langsam zersetzt werden.

Das mit seinem drei- bis vierfachen Gewichte von kohlensaurem Natron geschmolzene Mineralpulver wurde nun mit überschüssiger Salzsäure behandelt, darauf zur vollständigen Abscheidung der Kieselerde zur Trockne verdampft, mit etwas Salzsäure befeuchtet, mit Wasser übergossen und die Kieselerde abfiltrirt. Wegen der Anwesenheit einer so grofsen Menge von Talkerde wurde es nöthig die Thonerde und das Eisenoxyd durch doppelt kohlensaures Kali zu fällen, worin die Magnesia aufgelöst bleibt. Thonerde und Eisenoxyd wurden auf die gewöhnliche Weise durch Kalilauge getrennt. Das abfiltrirte Eisenoxyd wurde wieder aufgelöst und mit bernsteinsaurem Ammoniak gefällt; die abfiltrirte Flüssigkeit war völlig frei von Magnesia wie von Mangan. Von diesem letzteren Metalle enthielten beide untersuchten Chlorite überhaupt nur Spuren, die sich indessen deutlich durch das Anlaufen des Platintiegels beim Schmelzen der Mineralien mit kohlensaurem Natron und durch die Färbung der geschmolzenen Masse zu erkennen gaben. Die thonerdehaltige alkalische Flüssigkeit wurde so lange mit Salzsäure versetzt, bis die anfangs niederfallende Thonerde wieder völlig gelöst war, und dann mit kohlensau-

rem Ammoniak niedergeschlagen. Die abfiltrirte Thonerde wurde zur gänzlichen Befreiung von Kali noch feucht wieder in Chlorwasserstoffsäure gelöst und durch kohlensaures Ammoniak gefällt. In der von der Thonerde und dem Eisenoxyd bei der Fällung mit doppelt kohlensaurem Kali erhaltenen Flüssigkeit wurde durch rasches Kochen in einem Glaskolben und dann Eindampfen in einer Platinschale die Magnesia gefällt. Nach dem Glühen und Wägen dieser wurde sie wieder aufgelöst, mit hinreichendem Salmiak versetzt, mit Ammoniak übersättigt und mit Oxalsäure auf einen etwaigen Gehalt an Kalkerde geprüft, die sich indessen nicht vorfand; dann wurde durch phosphorsaures Natron die Magnesia gefällt und mit ammoniakalischem Wasser ausgesüfst. Die abfiltrirte, mit Schwefelwasserstoff versetzte Flüssigkeit zeigte nur Spuren von Mangan.

Ich untersuchte auf die eben beschriebene Weise erstens die Abänderung von Achmatowsk [1]), um auszumachen, ob die Uebereinstimmung der Analyse des schön krystallisirten Chlorits von demselben Fundorte durch v. Kobell und der durch Brüel untersuchten Varietät aus dem Zillerthale nicht etwa ihren Grund in einer Verwechslung der Etiquetten haben könne; zweitens eine Abänderung vom Gotthardt, welche in sechsseitigen, kuglig zusammengehäuften Tafeln mit braunem Titanit und Albit (Periklin) auf Klüften eines Gneises aufgewachsen vorkommt, und drittens den Chloritschiefer vom Pfitsch in Tyrol.

1) Eine genaue Beschreibung dieser Abänderung findet sich in dem zweiten Bande von G. Rose's sibirischer Reise, der nächstens dem Drucke übergeben werden wird.

1) Chlorit von Achmatowsk.

		Sauerstoffgehalt.	
Talkerde	=33,972	12,15	5
Eisenoxydul	= 4,374	1,34	
Thonerde	=16,966	7,92	3
Kieselerde	=30,376	15,78	6
Wasser	=12,632	11,23	4
	98,310.		

2) Chlorit vom Gotthardt.

		Sauerstoffgehalt.	
Talkerde	=17,086	6,61	2
Eisenoxydul	=28,788	6,55	
Thonerde	=18,496	7,64	1
Kieselerde	=25,367	13,18	2
Wasser	= 8,958	7,96	1
	98,698.		

3) Chloritschiefer vom Pfitsch in Tyrol.

Talkerde	=41,54
Thonerde	= 5,44
Eisenoxyd	=10,18
Kieselerde	=31,54
Wasser	= 9,32
	98,02.

Aus diesen Analysen ergiebt sich, dafs dem Chlorit von Achmatowsk in der That die Zusammensetzung zukomme, die schon v. Kobell angegeben hat, und dafs diese mit der des Chlorits aus dem Zillerthale nach der Analyse von Brüel übereinstimmt; dafs ferner der Chlorit vom Gotthardt in seiner Zusammensetzung, sowohl von den oben angeführten Abänderungen, als von dem von v. Kobell analysirten aus dem Zillerthale verschieden sey; und dafs endlich der Chloritschiefer vom

Pfitschthal eine von allen übrigen verschiedene Zusammensetzung habe.

Verhalten sich die Sauerstoffmengen des Chlorits vom Gotthardt wie die beigeschriebenen Zahlen, so würde seine Zusammensetzung durch die Formel:

$$\dot{M}g^3\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i + 3\,\dot{M}g\,\dot{H}$$

auszudrücken seyn, welche Formel zwar sehr einfach ist, wobei indessen bemerkt werden mufs, dafs die gefundenen Sauerstoffmengen mit den nebengeschriebenen Zahlen nicht so gut übereinstimmen, wie bei dem Chlorite von Achmatowsk.

Die Zusammensetzung des Chloritschiefers stimmt so wenig mit der, die v. Kobell, wie auch früher Gruner gefunden, dafs es vielleicht am besten ist, hier noch nicht die Aufstellung einer Formel zu versuchen, sondern erst noch eine gröfsere Reihe von Analysen anzustellen.

Nachdem diese Analysen schon vollendet waren, erschienen in Erdmann's Journal [1]) die neuen Untersuchungen über die Zusammensetzung der Chlorite von v. Kobell. Die Analysen waren mit vier verschiedenen Abänderungen angestellt; nämlich:

1) mit dem Chlorit vom Schwarzenstein,
2) mit dem Chlorit von Achmatowsk im Ural,
3) mit dem Chlorit vom Zillerthale,
4) mit dem Chlorit von Rauris,

und haben folgende Resultate gegeben:

1) Journal für practische Chemie, von Erdmann und Marchand, Bd. XVI S. 470.

	1.	2.	3.	4.
Kieselerde	=32,68	31,14	27,32	26,06
Thonerde	=14,57	17,14	20,69	18,47
Talkerde	=33,11	34,40	24,89	14,69
Eisenoxydul	= 5,97	3,85	15,23	26,87
Manganoxydul	= 0,28	0,53	0,47	0,62
Wasser	=12,13	12,20	12,00	10,45
Unzersetzter Rückst.	= 1,02	0,85	—	2,24
	99,73	100,11	100,60	99,40

Der Sauerstoff beträgt in der:

	1.	2.	3.	4.
Kieselerde	=16,97	16,15	14,19	13,53
Thonerde	= 6,80	7,98	9,66	8,62
Talkerde	=12,81	13,31	9,63	5,68
Eisenoxydul	= 1,36	0,87	3,46	6,12
Manganoxydul	= 0,05	0,11	0,10	0,13
Wasser	=10,75	10,84	10,66	9,28

Man ersieht hieraus, dafs die ersten beiden Analysen mit der früheren von v. Kobell angestellten Analyse des Chlorits von Achmatowsk, und mit den von Brüel und mir angestellten Analysen des Chlorits vom Zillerthale [1]) und Achmatowsk, die dritte und vierte Analyse aber mit der von mir untersuchten Abänderung vom Gotthardt übereinstimmen.

Für die Chlorite 1 und 2 nimmt v. Kobell ebenfalls an, dafs die Sauerstoffmengen sich verhalten wie die Zahlen:

5 : 3 : 6 : 4,

stellt aber eine Formel auf, die damit nicht pafst, nämlich:

$$\dot{M}g\ddot{S}i^3 + \ddot{A}l\ddot{S}i + 4\dot{M}g\dot{H},$$

1) Prof. G. Rose kennt nicht genau die Stelle im Zillerthale, wo dieser Chlorit vorkommt, vermuthet jedoch, wegen des Vorkommens mit Amianth, dessen auch v. Kobell erwähnt, dafs er ebenfalls von Schwarzenstein sey.

wonach das Verhältnifs dieser Sauerstoffmengen ist, wie:

5 : 3 : 12 : 4;

daher die Formel in die oben von mir angeführte umzuändern ist.

Für die Chlorite 3 und 4 nimmt er folgendes Verhältnifs der Sauerstoffmengen an:

8 : 6 : 9 : 6,

was nur wenig von dem von mir aufgestellten abweicht, aber die Formel $2\dot{M}g\ddot{A}l + 3\dot{M}g^2\ddot{S}i + 6\dot{H}$ erfordert, die sehr complicirt ist, und die Voraussetzung nöthig macht, dafs die Thonerde in diesen Chloriten als Säure enthalten sey, obgleich sie in dem verwandten Chlorite von Achmatowsk als Basis auftritt.

Wie aber die Formel dieses Chlorits seyn mag, so geben doch die Analysen von v. Kobell dasselbe Resultat, wie die meinigen, und beweisen, dafs unter den krystallisirten Abänderungen des Chlorits zwei verschiedene Gattungen enthalten sind. v. Kobell schlägt nun zur Unterscheidung beider vor, dem von ihm analysirten Chlorite vom Zillerthale und von Rauris den Namen Chlorit zu lassen, den Abänderungen von Achmatowsk und vom Schwarzenstein aber den Namen *Ripidolith* zu geben (von ῥιπις, Fächer, und λιθος, Stein), erinnernd an die fächerförmige Gruppirung, die häufig bei dem Chlorite vorkommt. Diese Art der Gruppirung ist aber gerade bei dem Chlorit vom Gotthardt sehr ausgezeichnet, und v. Kobell führt an, dafs der von ihm analysirte Chlorit von Rauris ebenfalls in wulstförmig aggregirten Tafeln auf Glimmerschiefer aufgewachsen vorkommt (die Beschaffenheit des von v. Kobell analysirten und eben so zusammengesetzten Chlorits vom Zillerthal führt v. Kobell nicht an); dagegen findet sich der Chlorit von Achmatowsk und der von mir analysirte vom Zillerthale in sehr schön ausgebildeten, einzeln aufgewachsenen Krystallen. Es scheint daher in der That nicht passend, dem Chlorite

rite von Achmatowsk und vom Zillerthale den Namen *Ripidolith* beizulegen, und Prof. G. Rose schlägt daher vor, den Namen *Chlorit* den Abänderungen von Achmatowsk und vom Zillerthale zu lassen, und den Namen Ripidolith den von Kobell und mir analysirten Varietäten vom Zillerthale, von Rauris und vom Gotthardt zu geben.

XI. *Der Daguerreotyp.*

(Bei dem allgemeinen, und man kann wohl hinzusetzen, übertriebenen Interesse, welches die Anzeige von Hrn. Daguerre's Entdeckung im Publicum gefunden hat, glauben wir den Lesern einen Dienst zu erweisen, wenn wir hier Hrn. Arago's Bericht über dieselbe, so, wie er in dem so eben erschienenen *Compt. rend.* vom 19. Aug. d. J. enthalten ist, unverkürzt mittheilen. *P.*)

Giovanni Battista Porta, ein neapolitanischer Physiker, fand vor ungefähr zwei Jahrhunderten, dafs, wenn man in den Fensterladen eines gut verschlossenen Zimmers, oder, besser noch, in eine in diesem Laden angebrachte dünne Metallplatte *ein kleines Loch* mache, dann alle äufseren Gegenstände, deren Strahlen das Loch zu erreichen vermögen, sich auf der gegenüberstehenden Wand des Zimmers abmalen, in verkleinertem oder vergröfsertem Maafsstabe, je nach den Abständen, in relativ genauen Gestalten und Lagen, wenigstens auf einer grofsen Ausdehnung des Gemäldes, und mit den natürlichen Farben. Kurze Zeit darauf entdeckte Porta, dafs das Loch nicht nothwendig klein zu seyn brauche, dafs man ihm vielmehr eine beliebige Gröfse geben könne, sobald man es nur mit einem jener polirten Gläser verschliefse, die man, wegen ihrer Gestalt, Linsen nennt.

Die mittelst eines Lochs gemachten Bilder haben nur geringe Intensität. Die andern aber besitzen eine

Lebhaftigkeit, die der Flächengröfse der sie erzeugenden Linse proportional ist. Die ersteren sind niemals frei von verworrenen Stellen. Die Linsen-Bilder dagegen haben, wenn man sie genau im Brennpunkt auffängt, sehr scharfe Umrisse. Diese Schärfe ist wahrhaft erstaunlich geworden, seitdem man statt einfacher Linsen, die aus einer einzigen Glassorte bestehen, und demnach eben so viele besondere Brennpunkte haben, als verschiedene Strahlen im weifsen Lichte vorhanden sind, achromatische Linsen anwenden kann, Linsen, die alle möglichen Strahlen in einem einzigen Brennpunkt vereinigen, seitdem man sie auch in periskopischer Form angewandt hat.

Porta liefs tragbare dunkle Kammern verfertigen. Jede derselben bestand aus einem mehr oder weniger langen Rohr, das mit einer Linse versehen war. Ein weifser Schirm von Papier oder Pappe, auf welchem die Bilder sich abmalen mufsten, nahm den Brennpunkt ein. Der neapolitanische Physiker bestimmte seine kleinen Apparate für Personen, die nicht zu zeichnen verstehen. Um vollkommen getreue Bilder von den verwickeltsten Gegenständen zu erhalten, brauchte man, nach ihm, den Umrissen des Bildes im Brennpunkte nur mit der Spitze eines Bleistifts zu folgen.

Diese Voraussichten Porta's haben sich nicht ganz verwirklicht. Maler und Zeichner, besonders diejenigen, welche die ungeheuren Bilder zu Panoramen und Dioramen ausführen, haben zwar bisweilen zur Camera obscura gegriffen, allein blofs um in Masse die Umrisse der Gegenstände anzugeben, um sie in ihren wahren Verhältnissen von Gröfse und Lage darzustellen, um sie allen Erfordernissen der *Linearperspective* anzupassen. Hinsichts der Wirkungen, welche von der unvollständigen Durchsichtigkeit unserer Atmosphäre abhangen und mit dem ziemlich unpassenden Ausdruck *Luftperspective* bezeichnet worden sind, so hofften selbst die geübtesten Maler nicht, dafs ihnen, um diese wiederzugeben, die

Camera obscura von irgend einem Nutzen seyn könne. Andererseits hat wohl Keiner, der die Schärfe der Umrisse, die Richtigkeit der Gestalten und Farben, so wie deren Abstufungen, an den Bildern dieses Instruments gesehen, nicht mit Lebhaftigkeit bedauert, dafs dieselben sich nicht von selbst conservirten, und gewünscht, dafs ein Mittel zu ihrer Befestigung auf dem Schirm entdeckt werden möchte. In Aller Augen, man mufs es gestehen, war diefs ein Traum, der unter die abenteuerlichen Gedanken eines Wilkins oder eines Cyrano de Bergerac versetzt zu werden verdiente. Dennoch hat sich der Traum so eben verwirklicht. Betrachten wir die Erfindung in ihrem Keime und geben sorgsam ihre Fortschritte an.

Den Alchemisten schon gelang es Silber mit Salzsäure zu vereinigen. Das Product dieser Verbindung war ein weifses Salz, welches sie *Luna cornea* oder *Hornsilber* nannten [1]). Dieses Salz hat die merkwürdige Eigenschaft, sich am Lichte zu schwärzen, desto schneller als die dasselbe treffende Strahlen lebhafter sind. Ueberzieht man ein Blatt Papier mit einer Schicht Hornsilber, oder, wie man jetzt sagt, Chlorsilber, bildet auf derselben mittelst einer Linse das Bild eines Gegenstandes, so werden die dunkeln Theile des Bildes, die von dem Lichte nicht getroffenen Stellen, weifs bleiben, dagegen die stark erleuchteten vollständig schwarz werden, und die Mitteltinten durch ein mehr oder weniger dunkles Grau angegeben.

Legt man einen Kupferstich auf ein mit Chlorsilber

1) In dem Werke von Fabricius (*De rebus metallicis*, 1566) ist schon weitläufig die Rede von einem *Silbererz, Hornsilber* genannt, das die Farbe und Durchsichtigkeit des Horns, neben der Schmelzbarkeit und Weichheit des Wachses besitze. Diese Substanz, dem Lichte ausgesetzt, ging von *Gelbgrau* in *Violett* über, und durch eine längere Wirkung in *Schwarz*. Diefs war natürliches Hornsilber.

überzogenes Papier und setzt das Ganze dem Sonnenlichte aus, den Kupferstich oben, so werden die schattirten Stellen die Strahlen auffangen, die darunter liegenden Theile des Ueberzugs also ihre ursprüngliche Weifse behalten. Dagegen wird an den Stellen, entsprechend denen der Kupferplatte, wo das Scheidewasser, der Grabstichel, nicht wirkte, wo also das Papier seine Halbdurchsichtigkeit behielt, das Sonnenlicht durchdringen und die Chlorsilber-Schicht schwärzen. Dadurch entsteht dann nothwendig ein Bild, welches an Gestalt dem Kupferstich ähnlich, an Farbe aber entgegengesetzt ist. Das Helle ist in Schwarz wiedergegeben und umgekehrt.

Diese Anwendungen der von den alten Alchemisten entdeckten, so sonderbaren Eigenschaft des Chlorsilbers scheinen sich von selbst und schon sehr früh haben darbieten müssen; allein das ist nicht der Gang des menschlichen Geistes. Wir müssen bis zu den letzten Jahren des 19ten Jahrhunderts hinabsteigen, um die ersten Spuren der photographischen Kunst aufzufinden.

Damals bediente sich Charles, unser Landsmann, in seinen Vorlesungen eines überzogenen Papiers, um Silhouetten mittelst der Wirkung des Lichts zu zeichnen. Charles starb, ohne das von ihm angewandte Präparat zu beschreiben, und da der Geschichtschreiber der Wissenschaften, wenn er nicht in einen ganz unauflöslichen Wirrwarr fallen will, sich nur auf gedruckte authentische Documente stützen kann, so hat man kein Recht die ersten Züge der neuen Kunst weiter als bis zu einer Abhandlung von Wedgewood zurückzuführen, diesem Fabrikanten, der durch die Vervollkommnung der Töpferkunst und die Erfindung eines zur Messung sehr hoher Temperaturen dienenden Pyrometers so berühmt in der gewerblichen Welt geworden ist.

Die Abhandlung von Wedgewood erschien i. J.

1802 im Juniheft des *Journal of the Royal Institution of Great Britain.* Der Verfasser will mit Leder oder Papier, das mit Chlorsilber oder salpetersaurem Silberoxyd überzogen ist, Glasmalereien der Kirchenfenster und Kupferstiche copiren. *The images formed by means of a camera obscura*, heifst es wörtlich darin, *have been found to be too faint to produce, in any moderate time, an effect upon the nitrate of silver.*

Der Commentator von Wedgewood, der berühmte Humphry Davy, widersprach nicht der Aeufserung in Betreff der Camera obscura. Er fügt blofs hinzu, dafs es ihm seinerseits mittelst eines Sonnenmikroskops, aber blofs *in kleinem Abstande von der Linse* gelungen sey, sehr kleine Gegenstände zu copiren.

Uebrigens fand weder Wedgewood noch Humphry Davy ein Mittel auf, nach beendigter Operation, ihrem Ueberzuge (wenn ich so sagen darf) oder dem Grunde ihrer Gemälde die Eigenschaft der Schwärzung am Licht zu nehmen. Und diefs hatte zur Folge, dafs die von ihnen erhaltenen Copien nicht im hellen Tageslicht besehen werden konnten; denn dabei würde Alles, in sehr kurzer Zeit, ein gleichförmiges Schwarz geworden seyn. Was wollte es demnach sagen, Bilder hervorzubringen, auf die man nur verstohlen einen Blick werfen konnte, selbst nur bei Lampenlicht, Bilder, die in wenig Augenblicken verschwanden, wenn man sie bei Tage betrachtete.

Nach den unvollkommenen, unbedeutenden Versuchen, deren wir eben erwähnt, gelangen wir, ohne auf unserem Wege Etwas dazwischen anzutreffen, zu den Untersuchungen der HH. Niépce und Daguerre.

Der verstorbene Niépce war ein Privatmann in der Gegend von Châlons-sur-Saône, der seine Mufse wissenschaftlichen Untersuchungen widmete. Eine derselben, hinsichtlich einer gewissen Maschine, in welcher

die Spannkraft der plötzlich erhitzten Luft die Wirkung des Dampfs ersetzen sollte, bestand, mit ziemlichem Erfolg, einer sehr empfindlichen Probe: der Prüfung seitens der Academie der Wissenschaften. Hrn. Niépce's photographische Versuche scheinen bis zum J. 1814 hinaufzureichen. Seine ersten Verbindungen mit Hrn. Daguerre fallen in den Januar 1826. Die Indiscretion eines Pariser Optikers verrieth ihm damals, dafs Hr. Daguerre sich mit Versuchen befafste, welche die Fixirung der Bilder der Camera obscura zum Zweck hatten. Diefs ergiebt sich aus Briefen, die wir vor Augen hatten. Im Fall eines Streites würde also das *sichere* Datum der ersten photographischen Versuche des Hrn. Daguerre in das Jahr 1826 zu setzen seyn.

Im J. 1827 begab sich Hr. Niépce nach England. Im December desselben Jahres übergab er der Königl. Gesellschaft zu London eine Abhandlung über seine photographischen Arbeiten. Sie war begleitet von mehren Proben auf Metall, Erzeugnissen der schon damals von unserem Landsmann entdeckten Methoden. Bei Gelegenheit eines Prioritätsstreits sind diese Proben unlängst im guten Zustande redlich aus den Sammlungen englischer Gelehrten wieder zum Vorschein gekommen. Sie beweisen ohne Widerrede, dafs Hr. Niépce schon im J. 1827 die Mittel kannte für die *photographische Copie von Kupferstichen*, so wie für die Anfertigung von Kupferstecher-Arbeiten im halbfertigen Zustande (*pour la formation, à l'usage des graveurs, de planches à l'état d'ébauches avancées*), die Schatten den Schatten, die Mitteltinten den Mitteltinten, und die Lichter den Lichtern entsprechend zu machen; dafs er verstand, die einmal angefertigten Copien unempfindlich zu machen gegen die fernere schwärzende Wirkung der Sonnenstrahlen. Mit anderen Worten, der sinnreiche Experimentator von Châlons löste schon 1827 durch die Wahl seiner Ueberzüge ein

Problem, welches dem hohen Scharfsinn eines Wedgewood und eines Humphry Davy Trotz geboten hatte.

Der gerichtliche Contract zwischen Hrn. Niépce und Hrn. Daguerre zur gemeinschaftlichen Ausübung der photographischen Methoden ist vom 14. Dec. 1829. Die späteren Contracte zwischen Hrn. Isidor Niépce jun., als Erben seines Vaters, und Hrn. Daguerre, erwähnen erstlich der Vervollkommnungen der Methoden des Physikers von Châlons durch den Pariser Maler, und zweitens der ganz neuen Verfahrungsarten, die von Hrn. Daguerre entdeckt worden, und den Vorzug besitzen, »die Bilder mit sechszig bis achtzig Mal gröfserer Schnelligkeit zu liefern,« als die alten Methoden.

In dem, was wir so eben von Hrn. Niépce's Arbeiten gesagt, wird man ohne Zweifel die beschränkenden Worte: *für die photographische Copie der Kupferstiche* bemerkt haben. In der That hatte auch Herr Niépce nach einer Masse fruchtloser Versuche fast darauf verzichtet, Bilder mit der Camera obscura hervorzubringen; denn die von ihm angewandten Präparate veränderten sich nicht geschwind genug im Lichte; er bedurfte zehn bis zwölf Stunden zur Abbildung eines Gegenstandes, und während einer so beträchtlichen Zeit verschoben sich die Schatten bedeutend, von der Linken zur Rechten der Gegenstände, und durch diese Bewegung entstanden matte, gleichförmige Farben. In den Erzeugnissen einer so mangelhaften Methode gingen alle Gegensätze von Schatten und Licht verloren, und trotz dieser ungeheuren Uebelstände war man doch nicht immer eines glücklichen Erfolges sicher, indem, nach unendlichen Vorsichtsmafsregeln, durch unangebbare, zufällige Ursachen bald ein leidliches Bild entstand, bald ein unvollständiges oder eins, welches hie und da grofse Lükken hatte; endlich geschah es auch, dafs die Ueberzüge,

auf welche die Bilder sich abzeichneten, wenn sie sich auch nicht schwärzten, doch Risse bekamen, und sich in Schüppchen ablösten [1]).

1) Folgendes ist in Kürze das Verfahren des Hrn. Niépce und die von Hrn. Daguerre daran angebrachten Verbesserungen.

Hr. Niépce löste *Asphalt* in Lavendelöl auf. Mittelst Abdampfung entstand daraus ein dicker Firniſs, den er durch *Tupfen* auf eine polirte Metallplatte, z. B. auf eine mit Silber plattirte Kupferplatte, auftrug. Nachdem alsdann die Platte gelinde erwärmt worden, blieb darauf eine weiſsliche Schicht haften: das war das Bitumen (*Bitume sec de Iudée*) in Pulver.

Die so überzogene Platte wurde in den Brennpunkt der Camera obscura gebracht. Nach einiger Zeit gewahrte man auf dem Pulver die schwachen Züge eines Bildes. Hr. Niépce hatte den sinnreichen Gedanken, daſs diese wenig wahrnehmbaren Züge verstärkt werden möchten. In der That, als er seine Platte in ein Gemisch von Lavendelöl und Steinöl tauchte, fand er, daſs diejenigen Stellen des Ueberzugs, *welche dem Lichte ausgesetzt waren*, fast unangetastet blieben, während die anderen sich rasch lösten und dann das blanke Metall zurückliefsen. Nach Abwaschung seiner Platte mit Wasser hatte er demnach ein mit der Camera obscura hervorgebrachtes Bild, worin die Lichter den Lichtern, die Schatten den Schatten entsprachen. Die Lichter wurden durch das zerstreute Licht aus der weiſslichen und glanzlosen Masse des Bitumens gebildet, die Schatten dagegen von den entblösten und polirten Theilen des Metalls, wohl verstanden, sobald diese Theile sich in dunkeln Gegenständen *spiegelten*, sobald man sie also in solche Lage gebracht, daſs sie kein etwas lebhaftes Licht *spiegelnd* in das Auge führen konnten. Wenn Mitteltinten vorhanden waren, so entstanden sie aus dem Theil des Firnisses, den eine theilweise Durchdringung des Lösemittels weniger matt als die übrigen unangetasteten Stellen gemacht hatte.

Das zu einem unfühlbaren Pulver verwandelte Asphalt ist nicht recht weiſs, man könnte es eher grau nennen. Der Gegensatz zwischen Hell und Dunkel trat demnach in den Zeichnungen des Hrn. Niépce nicht recht hervor. Um den Effect zu verstärken, hatte er also daran gedacht die entblöſsten Stellen des Metalls *hernach* zu schwärzen, sie entweder durch Schwefelkalium oder durch Jod angreifen zu lassen; allein er scheint nicht bedacht zu haben, daſs diese letztere Substanz im Tageslicht fortwährende Veränderungen erlitten haben würde. Jedenfalls sieht man, daſs Hr. Niépce nicht vorgab, das Jod als eine (für das Licht) *empfindliche* Substanz anzuwenden, daſs er dasselbe nur als ein schwärzendes Mittel gebrauchen

Nimmt man das Gegentheil aller dieser Unvollkommenheiten, so hat man eine fast vollständige Aufzählung der Verdienste des Verfahrens, welches Hr. Daguerre

wollte, und blofs nach der Erzeugung des Bildes in der Camera obscura, nach der Verstärkung, oder, wenn man lieber will, nach der Enthüllung dieses Bildes durch Wirkung des Lösemittels. Was würde bei einer solchen Operation aus den Mitteltinten geworden seyn?

Zu den Hauptübelständen der Methode des Hrn. Niépce mufs man den zählen, dafs ein zu starkes Lösemittel zuweilen den Firnifs stellenweis fast gänzlich fortnahm, und ein zu schwaches Lösemittel das Bild nicht genugsam enthüllte. Der Erfolg war niemals sicher.

Hr. Dagnerre erdachte eine Methode, welche er die *vervollkommte* Niépce'sche Methode nannte. Er nahm zuvörderst statt des Asphalts den Rückstand von der Destillation des Lavendelöls, wegen seiner gröfseren Weifse und gröfseren Empfindlichkeit. Dieser Rückstand wurde in Alkohol oder Aether gelöst. Diese Flüssigkeit, in einer dünnen und horizontalen Schicht auf das Metall gebracht, setzte nach dem Verdampfen einen pulverigen gleichförmigen Ueberzug ab, was man durch Auftupfen nicht erlangte.

Nachdem er die so zubereitete Platte dem Brennpunkt der Camera obscura ausgesetzt, brachte Hr. Dagnerre dieselbe horizontal und in einigem Abstand über ein Gefäfs, welches ein erwärmtes ätherisches Oel enthielt. Zwischen gehörigen Gränzen gehalten, die übrigens mit dem blofsen Auge leicht zu bestimmen waren, liefs bei dieser Operation der Dampf des Oels diejenigen Theilchen des pulverförmigen Ueberzugs unangetastet, welche die Wirkung eines lebhaften Lichtes erfahren hatten; er drang mehr oder weniger tief in diejenigen Stellen des Ueberzugs ein, welche in der Camera obscura den Mitteltinten entsprachen, und durchdrang endlich diejenigen vollständig, welche im Schatten geblieben waren.

Hiebei zeigte sich das Metall an keiner Stelle der Zeichnung entblöfst, die Lichter waren gebildet durch eine Anhäufung weifser und sehr matter Theilchen, die Mitteltinten durch ebenfalls verdichtete, aber in ihrer Weifse und ihrem Matten mehr oder weniger vom Dampf geschwächten Theile, die Schatten endlich durch eben so viele, aber gänzlich durchsichtig gewordene Theile.

Gröfsere Lebhaftigkeit, gröfsere Mannigfaltigkeit der Schattirungen, gröfsere Regelmäfsigkeit, und die Gewifsheit des Gelingens der Manipulation und des niemaligen Verlustes eines Theils der Zeichnungen, das waren die Vorzüge, welche die von Hrn. Daguerre abgeänderte Methode vor der des Hrn. Niépce voraus hatte. Unglücklicherweise ist der Rückstand des Lavendelöls, obgleich empfind-

nach einer Unzahl feiner, mühsamer und kostspieliger Versuche entdeckt hat.

Die schwächsten Strahlen verändern die Substanz

licher gegen das Licht, als Asphalt, doch noch so träge, dafs die Bilder darauf erst nach einer sehr langen Zeit zu entstehen anfangen.

Was für eine Veränderung der Rückstand des Lavendelöls durch die Einwirkung des Lichts erleide, damit die Dämpfe des ätherischen Oels denselben mehr oder weniger schwierig durchdringen, ist uns noch unbekannt. Vielleicht hat man sie nur als eine blofse Austrocknung der Theile zu betrachten, vielleicht auch als eine neue Anordnung der Molecüle. Beide Hypothesen würden erklären, wie die Modification, selbst in der vollkommensten Dunkelheit, allmälig schwächer wird und zuletzt ganz verschwindet.

Der Daguerreotyp.

Bei dem Verfahren, welchem das dankbare Publicum den Namen *Daguerreotyp* gegeben, ist der Ueberzug der Platte, der *Grund des Gemäldes* (*la toile du tableau qui reçoit les images*) eine *goldgelbe* Schicht, mit welcher sich die Platte (die plattirte Kupferplatte — *P.*) bekleidet, wenn man sie eine Zeit lang, das Silber nach unten gekehrt, horizontal in einen Kasten legt, auf dessen Boden einige Stückchen *Jod* der *freiwilligen* Verdampfung überlassen werden.

Wenn diese Platte die Camera obscura verläfst, sieht man *nicht den geringsten Strich.* Die gelbliche Schicht von Jodsilber, welche das Bild empfangen hat, scheint in ihrer ganzen Ausdehnung noch von einem vollkommen gleichförmigen Farbenton.

So wie man indefs die Platte in einem zweiten Kasten dem aufsteigenden Strom von *Quecksilberdämpfen* aussetzt, der sich aus einer Schale erhebt, in der die Flüssigkeit mittelst einer Weingeistlampe bis 75° C. erhitzt worden ist, so übt dieser Dampf sogleich die sonderbarste Wirkung aus. Er heftet sich an die von einem *lebhaften Licht getroffenen* Stellen der Oberfläche reichlich an, und läfst dagegen die im Schatten gebliebenen unangetastet; endlich schlägt er sich auf die Stellen, welche die Mitteltinten einnehmen, in mehr oder weniger grofser Menge nieder, je nachdem diese Mitteltinten sich durch ihre Intensität mehr oder weniger den lichten oder den schwarzen Stellen nähern. Mit Hülfe des schwachen Lichts einer Kerze kann man Schritt für Schritt die allmälige Bildung des Gemäldes verfolgen, man kann sehen, wie der Quecksilberdampf, gleich einem Pinsel von äufserster Zartheit, jedem Theil der Platte die gehörige Schattirung giebt.

des Daguerreotyp. Ihre Wirkung ist vollbracht ehe die Sonnenschatten Zeit haben sich merkbar zu verschieben. Die Resultate sind sicher, wenn man die sehr einfachen

Ist sonach das Bild der Camera obscura fertig, so hat man zu verhindern, dafs das Tageslicht dasselbe zerstöre. Dahin gelangt Hr. Daguerre indem er die Platte in (einer Lösung von (*P.*)) *unterschwefligsaurem Natron* herumführt, und darauf mit *heifsem destillirtem Wasser* wäscht.

Nach Hrn. Daguerre bildet sich das Bild besser auf einer plattirten Platte (mit Silber belegten Kupferplatte), als auf einer Platte von blofsem Silber. Ist die Thatsache richtig, so würde sie beweisen, dafs die Elektricität eine Rolle bei diesen sonderbaren Erscheinungen spielt.

Die plattirte Platte mufs zuvor abgeschliffen (*poncée*, gebimset) und darauf mit verdünnter Salpetersäure gereinigt (*decapée*) worden seyn. Die hier so nützliche Wirkung der Säure könnte, wie Hr. Pelouze meint, darauf beruhen, dafs sie der Oberfläche des Silbers die letzten Kupfertheilchen entzieht.

Wiewohl die Dicke der gelben Jodschicht, nach verschiedenen Wägungen des Hrn. Dumas, sich nicht auf ein *Milliontel eines Millimeters* scheint belaufen zu dürfen, so ist es doch wichtig für die vollkommene Abstufung der Schatten und Lichter, dafs diese Dicke überall genau dieselbe sey. Hr. Daguerre verhütet, dafs sich mehr Jod auf die Ränder als auf die Mitte absetzt, dadurch, dafs er ringsum die Platte einen Zoll breiten Streifen (*languette*) desselben Metalls anbringt, den er auf dem Holzrahmen (*tablette en bois*), der das Ganze trägt, mit Nägeln befestigt. Die physische Wirkungsweise dieses Streifens weifs man noch nicht genügend zu erklären.

Ein anderer, nicht minder geheimnifsvoller Umstand ist der: Will man, dafs das Bild in der gewöhnlichen Stellung der Gemälde (in senkrechter Stellung) den gröfsten Effect hervorbringe, so ist es nöthig, dafs die Platte unter der Neigung 45° gegen den senkrecht aufsteigenden Strom von Quecksilberdampf aufgestellt werde. Läge die Platte im Moment der Fällung des Quecksilbers, im Moment der Entstehung des Bildes, horizontal, so würde man es unter dem Winkel von 45° betrachten müssen, um das Maximum des Effects zu erhalten.

Wenn man das sonderbare Verfahren des Hrn. Daguerre zu erklären sucht, so bietet sich unmittelbar der Gedanke dar, dafs das Licht in der Camera obscura überall, wo es die goldfarbene Schicht trifft, die Verdampfung des Jods veranlasse, dafs dort das Metall entblöfst werde, dafs, bei der zweiten Operation, der Quecksilberdampf

Vorschriften befolgt. Endlich verändern sich die einmal erzeugten Bilder, selbst Jahre lang den Sonnenstrah-

auf die entblöfsten Theile einwirke, daselbst ein weifses und mattes Amalgam bildend, dafs die Waschung mit unterschwefligsaurem Natron den Zweck habe, die durch das Licht nicht entfernten Jodtheile fortzunehmen, und so die spiegelnden Theile, welche das Schwarz geben müssen, zu entblöfsen.

Allein was wären nach dieser Theorie die zahllosen und so bewundernswürdig abgestufsten Mitteltinten, welche sich in den Zeichnungen des Hrn. Dagnerre darbieten? Eine einzige Thatsache wird übrigens beweisen, dafs die Sachen nicht so einfach sind.

Die plattirte Platte vermehrt bei der Ueberziehung mit der goldfarbenen Jodschicht ihr Gewicht nicht merklich. Dagegen findet bei der Einwirkung der Quecksilberdämpfe eine sehr merkbare Gewichtsvermehrung statt. Nun hat Hr. Pelonze sich überzeugt, dafs die Platte, nach der Waschung mit unterschwefligsaurem Natron, ungeachtet der Gegenwart von etwas Amalgam auf der Oberfläche, *weniger wiegt als vor Beginn der Operation.* Das unterschwefligsaure Salz nimmt also Silber fort, was auch die chemische Untersuchung der Flüssigkeit bestätigt hat.

Um die Lichtwirkungen, welche sich bei den Dagnerre'schen Bildern zeigen, zu erklären, scheint die Annahme zu genügen, dafs die Silberplatte sich während der Wirkung des Quecksilberdampfs mit Amalgam-Kügelchen bekleide, dafs diese Kügelchen in den Lichtern sehr dicht liegen, in den Mitteltinten weniger dicht, und in dem Schwarzen ganz fehlen.

Diese Muthmafsung des Physikers hat sich bestätigt. Hr. Dumas hat unter dem Mikroskop erkannt, dafs die Lichter und Mitteltinten wirklich aus Kügelchen bestehen, die ihm, wie Hrn. Adolph Brogniart, sehr regelmäfsig einen Durchmesser von *einem Achthundertel eines Millimeters* zu haben schienen. Allein wozu denn die Nothwendigkeit einer Neigung der Platte von 45° im Moment der Fällung des Quecksilberdampfs? Diese Neigung, mit Hrn. Daguerre als unumgänglich angenommen, möchte wohl auf die Dazwischenkunft von Krystallnädelchen oder Fasern deuten, welche in einer vollkommenen oder halbflüssigen Flüssigkeit immer senkrecht entständen, sich verfesteten und zusammengruppirten, und sonach gegen die Platte eine von deren Neigung abhängige Lage besäfsen.

Vielleicht, dafs man Tausende von schönen Zeichnungen mit dem Daguerreotyp macht, ehe man seine Wirkungsweise recht vollständig erklärt hat.

len ausgesetzt, weder in Reinheit, noch Lebhaftigkeit, noch Harmonie.

Beim Anblick mehrer der Ihnen vorgelegten Bilder wird Jeder gefühlt haben, welch ungeheurer Vortheil bei der ägyptischen Expedition aus einer so genauen und schnellen Abzeichnungsmethode zu ziehen gewesen wäre; Jeder wird von der Betrachtung ergriffen worden seyn, dafs wir gegenwärtig, wenn die Photographie schon im Jahre 1798 bekannt gewesen, von einer guten Zahl emblematischer Gemälde, welche die Neugierde der Araber und der Vandalismus gewisser Reisenden für immer der gelehrten Welt geraubt haben, getreue Abbildungen haben würden.

Zum Copiren der Millionen von Hieroglyphen, welche, selbst auswendig, die grofsen Monumente von Theben Memphis, Karnak u. s. w. bekleiden, bedürfte es Zwanziger von Jahren und Legionen von Malern. Mit dem Daguerreotyp würde ein einziger Mensch in kurzer Zeit diese unermefsliche Arbeit ausführen können. Verseht das ägyptische Institut mit zwei oder drei Daguerre'schen Apparaten, und auf mehren der grofsen Kupferplatten des berühmten Werks, der Frucht unseres unsterblichen Feldzugs, werden grofse Massen wirklicher Hieroglyphen die fingirten oder blofs conventionellen ersetzen; und die Zeichnungen werden an Treue, an Localfarben die Werke der geschicktesten Maler übertreffen; und die photographischen Bilder, weil sie nach den Regeln der Geometrie entstehen, werden, mittelst einiger wenigen Angaben erlauben, auf die wahren Dimensionen der höchsten, der unzugänglichsten Theile der Gebäude zurückzuschliefsen.

Diese Erinnerungen, worin die der Armee des Orients beigegebenen, so eifrigen und so berühmten Gelehrten und Künstler, ohne sich gewaltig zu irren, nicht den Schatten eines Tadels werden finden können, lenken ohne Zweifel die Gedanken auf die Arbeiten, welche ge-

genwärtig unter der Controle der Commission für geschichtliche Denkmäler in unserem eigenen Lande ausgeführt werden. Auf Einem Blick wird Jeder einsehen, welch unermefsliche Rolle die photographischen Methoden bei dieser grofsen National-Unternehmung zu spielen bestimmt sind. Jeder wird auch begreifen, dafs die neuen Verfahrungsarten sich durch Wohlfeilheit auszeichnen, ein Verdienst, welches, beiläufig gesagt, in den Künsten selten Schritt hält mit der Vervollkommnung der Erzeugnisse.

Fragt man endlich, ob die Kunst, für sich betrachtet, aus dem Studium dieser, von dem Feinsten und Zartesten, was die Natur darbietet, von den Lichtstrahlen gezeichneten Bilder einige Fortschritte erwarten dürfe, so höre man was Hr. Paul Delaroche darauf antwortet.

In einer auf unsere Bitte abgefafsten Notiz erklärt dieser berühmte Maler, dafs die Methoden des Hrn. Daguerre »gewisse wesentliche Bedingungen der Kunst zu solcher Vollkommenheit bringen, dafs sie für die Maler, selbst die geschicktesten, ein Gegenstand der Beobachtungen und der Studien werden.« Was in den photographischen Zeichnungen am meisten auffällt, ist: dafs »das Vollendete eines köstlichen Unbegreiflichen die Ruhe der Massen in Nichts stört, in keiner Weise dem allgemeinen Eindruck schadet.« Die Richtigkeit der Linien, sagt Hr. Delaroche überdiefs, die Genauigkeit der Formen ist in den Zeichnungen des Hrn. Daguerre so vollkommen wie möglich, und man erkennt darin zugleich sowohl eine grofse, kräftige Anlage, als ein eben so reiches Ensemble von Ton und Effect . . . Der Maler findet in diesem Verfahren ein rasches Mittel, sich eine Sammlung von Studien zu verschaffen, die er sonst nur mit vieler Zeit und Mühe, und auf eine unvollkommene Weise erhalten kann, wie grofs auch sein Talent seyn mag. Nachdem er mit vortrefflichen Gründen die Meinung Derer niedergeschlagen, welche geglaubt, die Pho-

tographie schade unseren Künstlern, besonders unseren Kupferstechern, endet Hr. Delaroche seine Note mit folgender Bemerkung: »Kurz, die bewundernswürdige Entdeckung des Hrn. Daguerre ist ein den Künsten geleisteter ungeheurer Dienst.«

Wir werden nicht den Fehler begehen einem solchen Zeugnifs irgend Etwas hinzuzufügen.

Zu den Fragen, die wir uns gestellt, gehört nothwendig auch die: Ob die photographischen Methoden allgemein gebräuchlich werden können?

Ohne zu verrathen, worin sie bestehen, was bis zur Bekanntmachung des Gesetzes geheim bleiben mufs [1]), können wir sagen, dafs die Platten, auf welchen das Licht die bewundernswürdigen Zeichnungen des Herrn Daguerre ausführt, aus Kupfertafeln bestehen, die auf einer Seite mit einem dünnen Silberblatt belegt sind. Für die Bequemlichkeit der Reisenden und unter ökonomischem Gesichtspunkt wäre es ohne Zweifel besser, wenn man Papier anwenden könnte. In der That war Papier, imprägnirt mit Chlorsilber oder salpetersaurem Silber, das erste Mittel, von dem Hr. Daguerre Gebrauch machte; allein der Mangel an Empfindlichkeit, das Verworrene der Bilder, die geringe Sicherheit der Resultate, das oftmalige Mifsrathen der Operation, durch welche die hellen Parthien in dunkle und die dunkeln in helle verwandelt werden, mufste nothwendig einen so geschickten Künstler entmuthigen. Wäre er auf diesem ersten Wege stehen geblieben, so würden die photographischen Zeichnungen wohl in Sammlungen als Producte eines sonderbaren physikalischen Versuchs zu finden gewesen seyn, aber niemals würden sich die Kammern Frankreichs mit

1) Man mufs nämlich wissen, dafs dieser Bericht, bis auf die Anmerkungen, die später hinzugefügt wurden, derselbe ist, den Hr. Arago vor der Deputirtenkammer hielt, um Hrn. Daguerre für seine Entdeckung eine Pension auszuwirken. Dieser Zweck wird auch das Prahlerische mancher Phrasen, wenn nicht entschuldigen, doch erklären. *P.*

ihnen beschäftigt haben. Wenn übrigens drei oder vier Franken, so viel kostet eine Platte, wie Hr. Daguerre sie anwendet, ein hoher Preis zu seyn scheinen, so mufs man auch sagen, dafs eine und dieselbe Platte nach einander hundert verschiedene Zeichnungen aufnehmen kann.

Der unerhörte Erfolg der gegenwärtigen Methode des Hrn. Daguerre rührt zum Theil daher, dafs er mit einer aufserordentlich dünnen Schicht von Materie, mit einem wahren Häutchen operirt. Wir brauchen uns also nicht mit dem Preise der Ingredienzien, aus denen dasselbe besteht, zu befassen. Dieser Preis würde, wegen seiner Geringfügigkeit, wahrhaft unangebbar seyn.

Der Daguerreotyp führt nicht eine einzige Manipulation mit sich, die nicht Jedermann begriffe. Sie setzt keine Kenntnifs der Zeichnung voraus, erfordert keine Handgeschicklichkeit. Bei pünktlicher Befolgung gewisser, sehr einfacher und nicht zahlreicher Vorschriften wird es Keinen geben, dem nicht die Sache eben so gewifs und eben so gut wie Hrn. Daguerre selbst gelingen wird.

Die Schnelligkeit der Methode ist vielleicht das, was das Publicum am meisten in Erstaunen setzt. In der That sind in den trübsten Wintertagen kaum zehn bis zwölf Minuten erforderlich, um ein Monument, ein Stadtviertel, eine Landschaft abzunehmen.

Im Sommer, bei Sonnenschein, kann diese Zeit auf die Hälfte verkürzt werden. In südlichen Klimaten werden gewifs zwei bis drei Minuten hinreichen. Allein es ist wichtig zu bemerken, dafs diese zehn bis zwölf Minuten im Winter, diese fünf bis sechs Minuten im Sommer, diese zwei bis drei Minuten in südlichen Klimaten blofs die Zeit ausdrücken, welche die plattirte Platte zur Auffangung des Linsen-Bildes nöthig hat. Hiezu hat man hinzuzufügen die Zeit der Auspackung und der Anordnung der Camera obscura, die Zeit der Zubereitung der Platte, die Zeit der kleinen Operation, welche das

ein-

einmal geschaffene Bild gegen die Wirkung des Lichtes unempfindlich macht. Alle diese Operationen zusammen können die Zeit auf dreifsig bis fünf und vierzig Minuten erheben. Diejenigen täuschten sich also, welche unlängst, beim Antritt einer Reise, erklärten, jeden Augenblick, wo der Postwagen langsam bergauf fahre, benutzen zu wollen, um Ansichten vom Lande aufzunehmen. Nicht weniger hat man sich geirrt, wenn man, betroffen von den sonderbaren Resultaten des Umdrucks von Büchern und von Kupferstichen alter Werke, von der Reproduction und Vervielfältigung photographischer Zeichnungen durch lithographischen Umdruck geträumt hat. Es ist nicht blofs die moralische Welt, welche ihre Mängel hat; dasselbe gilt auch oft von den Künsten. Aus der vollkommenen Politur, der unberechenbaren Dünnheit der Schicht, mit welcher Hr. Daguerre operirt, entspringt das Vollendete, das Sammtartige, die Harmonie in den photographischen Bildern. Durch Reiben, Betupfen, Behandeln mit der Presse oder Walze würde man sie unwiederherstellbar zerstören. Keiner wird auch auf den Einfall gerathen, an einem Spitzenband stark zu zerren oder die Flügel eines Schmetterlings zu bürsten [1]).

1) Die Nothwendigkeit, die mit dem Daguerreotyp erhaltenen Zeichnungen gegen jeden Druck zu bewahren, erschien mir als ein ernsthaftes Hindernifs gegen die Verbreitung der Methode. Während der Verhandlung der Kammern verlangte ich auch mit Ungestüm, zu versuchen, welche Wirkungen ein Firnifs auf diese Zeichnungen haben würde. Da Hr. Daguerre wenig geneigt war, Etwas anzuwenden, was auch nur im Geringsten den Kunst-Eigenschaften seiner Erzeugnisse schaden könnte, so wandte ich mich mit meiner Bitte an Hrn. Dumas; dieser berühmte Chemiker hat gefunden, dafs die Zeichnungen des Daguerreotyps gefirnifst werden können. Es reicht hin, die Metallplatte in eine kochende Lösung von *einem* Theil Dextrin in *fünf* Theilen Wasser zu tauchen. Wenn man findet, dafs dieser Firnifs *auf die Länge* nicht auf die Quecksilberverbindung, aus der das Bild besteht, einwirkt, so wird das Problem gelöst seyn. In der That, da dieser Firnifs bei Eintauchung der Platte in kochendes Wasser verschwindet, so ist man im Stande Alles so wieder herzu-

Der Academiker, der schon seit einigen Monaten die Präparate kannte, auf welchen so schöne Zeichnungen entstehen, glaubte noch nicht einen Vortheil aus dem Geheimnifs zu ziehen, welches er dem ehrenvollen Zutrauen des Hrn. Daguerre verdankt. Er hat es für eine Delicatesse gehalten, vor dem Eintritt in das weite Feld von Untersuchungen, welche die photographischen den Physikern öffnen, abzuwarten, dafs eine Nationalbelohnung dieselben Mittel zur Forschung in die Hände aller Beobachter gebe. Indem wir also von dem wissenschaftlichen Nutzen der Erfindung unseres Landsmanns sprechen, können wir kaum anders als Muthmafsungen äufsern. Die Thatsachen übrigens sind klar und handgreiflich, und wir haben wenig zu fürchten, dafs die Zukunft uns Lügen strafen werde.

Das Präparat, mit welchen Hr. Daguerre operirt, ist ein weit empfindlicheres Reagenz auf die Wirkungen des Lichts als alle, deren man sich bisher bedient. Niemals haben bisher noch die Mondsstrahlen, wir sagen nicht im natürlichen Zustande, sondern verdichtet im Brennpunkt der gröfsten Linse, im Brennpunkt des gröfsten Hohlspiegels, eine wahrnehmbare physische Wirkung ausgeübt. Die von Hrn. Daguerre zubereiteten Metallplatten bleichen dagegen unter der Wirkung derselben Strahlen und der folgenden Operationen bis zu dem Grade, dafs es zu hoffen erlaubt ist, man werde photographische Karten von unserem Satelliten entwerfen können; das will sagen: man werde in wenigen Minuten eine der langweiligsten, kleinlichsten und zartesten Arbeiten der Astronomie ausführen.

Eine wichtige Erfahrungs- und Rechnungs-Wissenschaft, die, welche von der Intensität des Lichtes han-

stellen, wie Hr. Daguerre es will, und andererseits hat man auf einer Reise nicht zu fürchten seine Sammlungen zu verderben. Hr. Dumas hat übrigens nicht gefunden, dafs sein Firnifs der Harmonie der Bilder merklich schade.

delt, die *Photometrie*, hat bisher wenig Fortschritte gemacht. Der Physiker vermag wohl ziemlich gut die relativen Intensitäten zweier benachbarten und gleichzeitig wahrgenommenen Lichter mit einander zu vergleichen; allein er besitzt nur unvollkommene Mittel diesen Vergleich zu bewerkstelligen, wenn die Bedingung der Gleichzeitigkeit fehlt, wenn eins der Lichter jetzt sichtbar ist, und das zweite erst später, nach Verschwindung des ersten, erscheint.

Die künstlichen Vergleichungs-Lichter, zu welchen, im besprochenen Fall, der Beobachter seine Zuflucht nehmen mufs, besitzen selten die erforderliche Dauer und Beständigkeit; selten, und vor allem, wenn es sich um den Vergleich von Sternen handelt, besitzen unsere künstlichen Lichter die erforderliche Weifse. Daher denn die grofsen Unterschiede zwischen den von gleichgeschickten Physikern gelieferten Bestimmungen der comparativen Intensitäten der Sonne und des Mondes, der Sonne und der Sterne; daher sind denn auch die aus diesen letzteren Vergleichungen gezogenen sublimen Folgerungen über den bescheidenen Platz, den unsere Sonne unter den Milliarden der am Himmel befindlichen Sonnen einnehme, selbst in den Werken von sonst nicht gerade furchtsamen Schriftstellern, in einen gewissen Vorbehalt eingehüllt.

Die von Hrn. Daguerre entdeckten Reagenzien, wir stehen nicht an es zu sagen, werden eine der Wissenschaften, die dem menschlichen Geist am meisten Ehre machen, in ihren Fortschritten beschleunigen. Mit Hülfe ihrer wird der Physiker künftig mit absoluten Intensitäten operiren können; er wird die Lichter durch ihre Wirkungen vergleichen. Findet er es nützlich, wird ihm dasselbe Gemälde Abdrücke geben von den blendenden Sonnenstrahlen, den drei hundert tausend Mal schwächeren Mondsstrahlen und den Sternenstrahlen. Diese Abdrücke wird er einander gleich machen, ent-

weder indem er durch eins der vortrefflichen Hülfsmittel, die man neueren Entdeckungen verdankt, das stärkere Licht schwächt, oder indem er die lebhafteren Strahlen z. B. nur eine Secunde lang wirken läfst, und die andern erforderlichenfalls eine halbe Stunde. Uebrigens weifs man, wenn Beobachter ein neues Instrument zum Studium der Natur anwenden, ist das, was sie erwarten, immer geringfügig gegen das, was sie mit diesem Instrument in der Folge entdecken. In diesen Dingen mufs man besonders auf das *Unvorhergesehene* zählen [1]). Wenn dieser Gedanke paradox erscheinen sollte, mögen folgende Betrachtungen seine Richtigkeit erweisen.

Kinder befestigen zufälligerweise zwei Glaslinsen von verschiedener Brennweite an den beiden Enden einer Röhre. Sie erschaffen dadurch ein Instrument, welches ferne Gegenstände vergröfsert, sie darstellt, wie wenn sie genähert wären. Die Beobachter bemeistern sich desselben mit der einzigen, mit der bescheidenen Hoffnung, Sterne, die seit Alters her bekannt, aber bis dahin nur unvollkommen untersucht waren, etwas besser zu sehen. Kaum hat man es aber gegen das Firmament gerichtet, als man auch schon Myriaden neuer Welten entdeckt, als man, in die Beschaffenheit der sechs Planeten der

1) Hier eine nützliche Anwendung des Daguerreotyp, die mir sehr beachtenswerth erscheint: Die Beobachtung hat gelehrt, dafs das Sonnenspectrum nicht continuirlich ist, dafs es in der Quere Unterbrechungen, vollkommen schwarze Striche enthält. Giebt es ähnliche Unterbrechungen zwischen den dunkeln Strahlen, welche die Wärmewirkungen hervorzubringen scheinen? Und wenn dem so ist, entsprechen sie den dunkeln Linien im Lichtspectrum?

Da mehrere der Querlinien des Spectrums mit blofsem Auge sichtbar sind, oder wenn sie sich ohne alle Vergröfserung auf die Netzhaut abmalen, so wird das von mir gestellte Problem leicht zu lösen seyn. Man mache ein künstliches Auge, indem man zwischen dem Prisma und dem zur Aufnahme des Spectrums bestimmten Schirm eine Linse aufstellt, und suche darauf, wenn auch mit einer Lupe, wie die dunkeln Linien des Wärmespectrums gegen die dunkeln Linien des Lichtspectrums liegen.

Alten eindringend, dieselbe der unserer Erde analog findet, durch Berge, deren Höhen man mifst, durch Atmosphären, deren Strömungen man verfolgt, durch Erscheinungen der Bildung und Schmelzung von Polareis, analog dem an den Polen der Erde, durch Rotationsbewegungen, ähnlich denen, welche hienieden die Abwechslung von Tag und Nacht bewirken. Auf den Saturn gerichtet, entfaltet das Rohr der Kinder des Middelburger Brillenmachers eine Erscheinung, deren Seltsamkeit Alles übertrifft, was die feurigste Einbildungskraft hätte ersinnen können. Wir meinen jenen Ring, oder, wenn man lieber will, jene Brücke ohne Pfeiler, von 71000 Lieues Durchmesser und 11000 Lieues Breite, welche die Kugel des Planeten allseitig umgiebt, ohne sich irgendwo mehr als 9000 Lieues zu nähern. Wer hätte vorausgesehen, dafs das Fernrohr, angewandt auf die Beobachtung der vier Jupitersmonde, zeigen würde, die Lichtstrahlen bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 80000 Lieues in der Secunde; dafs es, befestigt an getheilte Instrumente, zum *Beweise* dienen würde, es gebe keine Sterne, deren Licht in weniger als drei Jahren zu uns gelangt; dafs man ferner, mit Hülfe gewisser Beobachtungen und Analogien bis zu dem überwiegend wahrscheinlichen Schlufs kommen würde, derselbe Strahl, mittelst dessen wir in einem gegebenen Zeitpunkt gewisse Nebelsterne erblicken, sey von ihnen vor vielen Millionen Jahren ausgegangen, oder anders gesagt, diese Nebelsterne würden, wegen der allmäligen Fortpflanzung des Lichts, noch mehre Millionen Jahre nach ihrer gänzlichen Vernichtung von der Erde aus sichtbar seyn.

Das Fernrohr für nahe Gegenstände, das *Mikroskop*, würde zu ähnlichen Bemerkungen Anlafs geben; denn die Natur ist nicht minder bewundernswerth, nicht minder mannigfaltig im Kleinen wie im Grofsen. Anfangs nur zur Betrachtung einiger Insecten gebraucht, deren Gestalten die Naturhistoriker blofs zu vergröfsern

wünschten, um sie besser im Kupferstich wieder geben zu können, hat späterhin das Mikroskop unverhofft in der Luft, im Wasser, in allen Flüssigkeiten jene Thierchen, jene Infusorien entschleiert, jene wunderlichen Wesen, durch welche man hoffen darf, dereinst die ersten Grundzüge zu einer rationellen Erklärung der Lebenserscheinungen aufzufinden. Gerichtet auf Brocken verschiedener Steine, die zu den härtesten und dichtesten gehören, aus welchen die Erdkruste zusammengesetzt ist, hat neuerlich das Mikroskop dem erstaunten Auge der Beobachter bewiesen, dafs diese Steine einst lebten, dafs sie ein Teig waren, gebildet aus tausend und aber tausend zusammengekneteten mikroskopischen Thierchen.

Diese Abschweifung sollte die Personen bekehren, welche, mit Unrecht, die wissenschaftlichen Anwendungen der Methoden des Hrn. Daguerre auf die jetzt vorauszusehenden und vorhin angedeuteten Fälle beschränkt wissen wollten; und wirklich rechtfertigen die Thatsachen schon unsere Hoffnungen. Wir könnten z. B. von einigen Ideen reden, die man über die raschen Mittel der Untersuchung gehabt, welche die Topographie von der Photographie entlehnen könnte. Doch verfolgen wir gerader unseren Zweck, wenn wir hier eine sonderbare Beobachtung angeben, die Hr. Daguerre uns vor Kurzem erzählt: Nach ihm sind die Morgen- und Abendstunden, die gleich weit vom Mittage abstehen, also gleichen Höhen der Sonne über dem Horizont entsprechen, dennoch nicht gleich günstig zur Hervorbringung photographischer Bilder. So formt sich in allen Jahreszeiten und unter anscheinend genau denselben atmosphärischen Umständen das Bild etwas schneller z. B. um 7 Uhr Morgens als um 5 Uhr Nachmittags, um 8 Uhr schneller als um 4 Uhr, um 9 Uhr schneller als um 3. Diefs Resultat als richtig angenommen, und der Meteorolog hat ein Element mehr in seinen Tafeln anzugeben; zu den bisherigen Beobachtungen des Thermometers, des Barome-

ters, des Hygrometers, der Durchsichtigkeit der Luft wird man ein neues Element hinzufügen müssen, welches jene Instrumente nicht angeben; man wird eine eigenthümliche Absorption in Rechnung ziehen müssen, die nicht ohne Einfluſs auf viele andere Erscheinungen seyn kann, selbst auf solche, die zum Bereich der Physiologie und der Medicin gehören [1]).

Wir haben so eben versucht, Alles hervorzuheben, was die Entdeckung des Hrn. Daguerre unter dem vierfachen Gesichtspunkt der Neuheit, des artistischen Nutzens, der Schnelligkeit der Ausführung und der kostbaren Hülfsmittel, welche die Wissenschaft von ihr entlehnen wird, Interessantes darbietet. Wir sind gezwungen, Ihnen unsere Ueberzeugungen aufzudrängen, weil sie lebendig und aufrichtig sind, weil wir mit einem religiösen Skrupel Alles geprüft, Alles studirt haben, weil, wenn es mög-

1) Die Bemerkung des Hrn. Daguerre über die comparative und *constante* Verschiedenheit der Wirkungen des Sonnenlichts zu Stunden des Tages, wo das Gestirn gleiche Höhe über dem Horizont hat, scheint, man muſs es gestehen, mehr als eine Schwierigkeit in die Anwendung des Daguerreotyp zu photometrischen Untersuchungen einzuführen.

Im Allgemeinen zeigt man sich wenig zu dem Glauben geneigt, daſs dasselbe Instrument werde zum Porträtiren dienen können. In der That schlieſst diese Aufgabe zwei anscheinend unverträgliche Bedingungen ein. Soll das Bild rasch erscheinen, d. h. innerhalb der vier oder fünf Minuten, die man in Unbeweglichkeit zu sitzen von einer Person erwarten kann, so muſs diese dem vollen Sonnenschein ausgesetzt seyn; allein im vollen Sonnenschein würde auch die geduldigste Person beständig blinzeln und das Gesicht verziehen, jeder Zug darin also verändert werden.

Glücklicherweise hat Hr. Daguerre gefunden, daſs die Strahlen, welche durch gewisse blaue Gläser gegangen sind, auf das die Platten überziehende Jodsilber, fast die vollen photogenischen Wirkungen ausübt. Bringt man also eins dieser Gläser zwischen die Sonne und der sitzenden Person, so erhält man fast eben so schnell ein photogenisches Bild, wie wenn das Glas nicht da wäre, und da alsdann das beleuchtende Licht sehr sanft ist, so finden die Grimassen und das zu häufige Blinzeln nicht mehr statt.

lich wäre, die Wichtigkeit des Daguerreotyp und die Stelle desselben unter den Verdiensten des Menschen zu mifskennen, alle unsere Zweifel aufhören würden vor dem Eifer, mit welchem fremde Nationen ein falsches Datum, eine zweifelhafte Thatsache, den leisesten Vorwand ergriffen haben, um Prioritätsfragen zu erheben, um zu versuchen, die glänzende Blume, welche die Photographie für immer bilden wird, der Krone von Entdeckungen einzuflechten, mit welcher jede von ihnen sich schmückt. Vergessen wir nicht feierlich zu erklären, dafs jede Erörterung über diesen Punkt verstummt ist, weniger noch vor den unzweifelhaften, authentischen Belegen der Erstheit, auf welche die HH. Niépce und Daguerre sich stützen, als vor der unglaublichen Vollkommenheit, welche Hr. Daguerre erreicht hat. Wir kämen in Verlegenheit, sollten wir Zeugnisse der ausgezeichnetsten Männer Englands und Deutschlands anführen, Zeugnisse, vor welchen Alles, was wir Schmeichelhaftes über die Entdeckung unseres Landsmanns gesagt haben, vollkommen erblassen müfste. Frankreich hat diese Entdeckung adoptirt; vom ersten Moment an hat es seinen Stolz darin gesetzt, die ganze Welt damit liberal dotiren zu können [1])!

1) Man hat gefragt, ob man nicht mit dem Daguerreotyp, nachdem man die bewundernswürdigsten Schattirungen erhalten, auch Farben werde hervorbringen können, mit einem Wort, Gemälde, statt der Art von Aqua-Tinta-Zeichnungen, die man jetzt erhält.

Diese Aufgabe wird dann gelöst seyn, wenn man *Eine* und dieselbe Substanz entdeckt, die sich durch die rothen Strahlen roth, durch die gelben gelb, die blauen blau etc. färbt. Schon Hr. Niépce deutete Wirkungen dieser Art an, bei denen, nach mir, das Phänomen der Farbenringe eine Rolle spielt. Vielleicht verhält es sich eben so mit dem *Roth* und *Violett*, welches Seebeck zugleich an den beiden Enden des Spectrums erhielt. Hr. Quetelet theilt mir so eben einen Brief mit, in welchem Sir John Hersehel meldet, dafs sein empfindliches Papier, nach Bestrahlung von *einem sehr lebhaften Sonnenspectrum*, alle prismatischen Farben zeigte, mit Ausnahme des Roth. Bei diesen Thatsachen würde es sicher ein

XII. *Daguerre's Vorschrift zur Bereitung eines gegen Lichtwirkungen empfindlichen Papiers.*

(Nach einer Note von Biot in den *Compt. rend. T. VIII p.* 246. — Zur Ergänzung des S. 207 dieses Hefts Angeführten.)

Man nehme ungeleimtes oder schwach geleimtes Papier, wie Druckpapier, tränke es mit Salzäther, *der durch die langsame Zersetzung, die er mit der Zeit erfährt, schwach sauer geworden*, oder, besser noch, trage diese Flüssigkeit mit einer etwas weichen Pinselbürste (*pinceau-brosse*) auf, und lasse dann das Papier an der Luft oder bei gelinder Wärme trocknen, in beiden Fällen aber vollständig: das ist nothwendig.

Das so behandelte Papier tränke man mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd in destillirtem Wasser, die in einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel stets gegen das Licht geschützt gewesen seyn mufs. Man könnte auch diese Lösung mit einem sehr weichen Pinsel auftragen; allein dabei würden dort, wo die Pinselstriche übereinandergreifen, Linien entstehen, die gegen das Licht

Wagnifs seyn zu behaupten, dafs die natürlichen Farben der Gegenstände niemals in den photogenischen Bildern wieder gegeben werden könnten.

Bei seinen früheren Versuchen über Phosphorescenz entdeckte Hr. Daguerre ein Pulver, welches, nach Bestrahlung von rothem Licht, roth leuchtete, ein anderes Pulver, dem blaues Licht eine blaue Phosphorescenz ertheilte, ein drittes, welches unter gleichen Umständen durch grünes Licht zum Leuchten mit grüner Farbe gebracht wurde. Nach mechanischer Mischung dieser drei Pulver erhielt er ein Gemenge, welches im rothen Licht roth, im blauen blau und im grünen grün wurde. Verführe man eben so mit gewissen Harzen, so gelänge es vielleicht einen Firnifs zu erhalten, welchem jedes Licht, nicht mehr phosphorisch, sondern photogenisch, seine eigene Farbe einprägte.

wenig empfindlich sind und sich weifslich auf den Grund abzeichnen [1]). Diefs vermeidet man, wenn man das Papier mit Silberlösung tränkt oder diese gleichförmig auf eine Seite des Papiers *ausgiefst*. Uebrigens ist dieser Umstand nur für Bilder von grofser Bedeutung, dagegen für physikalische Versuche, wenigstens wenn man nicht ganz strenge (photometrische — *P.*) Vergleiche machen will, von keinem Nachtheil.

Nun trockne man das Papier im Dunkeln, wenn man will, mit Hülfe von Wärme, doch nur einer äufserst schwachen. Denn so lange das Präparat feucht ist, wirken darauf die Wärmestrahlen, selbst nicht leuchtender Körper, gleichfalls färbend wie das Licht. Braucht man das so zubereitete Papier nicht sogleich, so mufs man es in ein Buch oder Portefeuille legen und *pressen*, damit nicht allein das Licht, sondern auch die Luft davon abgehalten sey.

Dieses Papier, dem Sonnen- oder Tageslicht ausgesetzt, sey es directes oder durch einen klaren Glasschirm gegangenes, färbt sich äufserst rasch, vor allem wenn es noch feucht ist, und es zeigt schon merkliche Tinten, wenn am Nitrat noch nicht die leiseste Veränderung zu spüren ist. Der Unterschied der Schnelligkeit erhält sich in allen Färbungsstufen, welche das Papier durchläuft; er zeigt sich zu jeder Zeit in der stärkeren Färbung der Portion, die zuvor mit Salzäther getränkt worden war. Man kann sie bei jedem beliebigen Grad definitiv fixiren, wenn man das Nitrat, welches noch nicht in Verbindung

1) Wörtlich lautet der Satz so: *Vous pourriez aussi étendre cette dissolution avec un pinceau très doux; mais, comme on est alors obligé de l'étendre par raies successives et contiguës*, M. Daguerre *trouve que les bords par lesquels ces raies se touchent, étant, d'apres la nécessite de leur succession même, accolés l'un à l'autre dans des conditions physiques différentes, ils prennent des états électriques dissemblables dans la ligne de contact; ce qui fait qu'ensuite cette ligne est peu sensible à la lumière et se dessine en raie blanchâtre sur le fond.*

getreten ist, fortnimmt. Dazu braucht man das Papier nur in eine Menge Wasser zu tauchen, die zum guten Waschen desselben hinreicht; wenn es dann wieder gut, aber ohne Wärme, getrocknet worden, ist es nicht mehr empfindlich für die Lichteindrücke. Will man das Papier nicht im farbfesten (*immuable de coloration*) Zustand aufbewahren, so braucht man es nur in einem Portefeuille im Dunkeln aufzubewahren, und bei künstlichem Licht zu betrachten, besonders an den ersten Tagen nach seiner Zubereitung; denn je älter es wird, desto mehr nimmt die Empfindlichkeit ab, und zuletzt ist es nur sehr langsam erregbar. Hr. Daguerre hat bemerkt, dafs die Waschung nicht bei allen Papiermassen gleich wirksam ist; da er indefs an diesem Präparate nicht die Eigenschaften fand, welche er in Kunstrücksichten wünschte, so glaubte er sich nicht länger damit beschäftigen zu müssen.

Die Wirkungen, welche man durch diefs Verfahren erhält, geben nothwendig die Intensität des Lichts durch eine Intensität von Färbung wieder; wendet man es also zur Zubereitung der Tafel in der Camera obscura an, so werden die hellen Gegenstände, der Himmel z. B., durch Schwarz dargestellt, und dunkle Gegenstände, wie Bäume, bleiben vollkommen weifs. Das gegenwärtige Verfahren des Hrn. Daguerre dagegen ist frei von diesem Hauptübelstand bei der Nachbildung der Natur.

Wenn man das Papier vor der Silberlösung mit irgend einer andern Flüssigkeit als dem säuerlichen Salzäther behandelt, erhält man einen andern Farbenton und eine mehr oder weniger grofse Empfindlichkeit. Sogar die Beschaffenheit der Masse des Papiers, sie mag geleimt oder nicht geleimt seyn, ruft Verschiedenheiten der Farbentöne hervor. Allein immer kann man zu jeder Epoche den Fortgang der Färbung hemmen, wenn man das Papier in ein Buch legt und preft, oder gegen Luft und Licht in Schutz bringt.

Zusatz. Gewifs wäre es ohne Nutzen, noch gegenwärtig alle Vorschriften und Versuche zur Darstellung von Licht-Bildern, die vor der Enthüllung des Daguerre'schen Geheimnisses bekannt worden sind, hier wieder geben zu wollen, da sie erweislich alle ihren Zweck nur sehr unvollkommen erreicht haben. Nur um zu zeigen, wie wenig die von Hrn. Fox Talbot erhobenen Ansprüche auf die Ehre der Entdeckung der Photographie begründet sind, wollen wir kurz noch dessen Leistungen erwähnen [1]). Hr. T. läfst seine Lichtbilder — mit oder ohne Camera obscura, je nachdem er körperliche Gegenstände abzeichnen oder Kupferstiche u. dgl. copiren will, — immer auf einem gegen Lichtwirkungen empfindlichen Papier entstehen, zu dessen Zubereitung er folgweise nachstehende Vorschriften gegeben hat.

Vorschrift I [2]). — Glattes Schreibpapier der besten Art tauche man in eine Kochsalzlösung und wische es trocken, wodurch das Salz gleichförmig vertheilt wird; dann bestreiche man das Papier auf der einen Seite mit einer schwachen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd und trockne es am Feuer. Nach der Trocknung ist das Papier zum Gebrauche fertig. — Nach einigen Wochen hat es an Empfindlichkeit verloren; man kann ihm aber die ursprüngliche und selbst eine noch höhere Empfindlichkeit geben, wenn man es abermals mit der Silberlösung wäscht. Durch abwechselndes Waschen mit Kochsalzlösung und Silberlösung, neben jedesmaligem Trocknen dazwischen, kann man die Empfindlichkeit des Papiers so erhöhen, dafs es für die Aufnahme der Camera-

1) In der That bleiben auch die Talbot'schen Bilder, von denen Hr. A. v. Humboldt mehre nach Berlin gebracht, unendlich weit gegen die zurück, die hier Hr. Pistor seitdem, nach Hrn. Daguerre's Vorschrift, verfertigt hat, wiewohl diese ohne Zweifel noch lange nicht die Vollkommenheit der des Erfinders besitzen. *P.*

2) *Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p.* 209.

obscura-Bilder empfänglich wird [1]). — Zur *Befestigung* der entstandenen Bilder wäscht Hr T. das Papier entweder mit einer *concentrirten* Kochsalzlösung oder mit einer Lösung von *Jodkalium*. — Das Jodsilber ist, nach ihm, vollkommen unveränderlich im Sonnenschein.

Vorschrift II. — Man nehme gutes Schreibpapier und bestreiche es successive mit einer Lösung von salpetersaurem Silber, Bromkalium und salpetersaurem Silber, und trockne es nach jeder Operation am Feuer. — Diefs Papier ist unempfindlich für künstliche Wärme, aber sehr empfindlich für Licht; anfangs wird es blaugrün, dann olivengrün und zuletzt fast schwarz. — Wie man auf diesem Papier die Bilder befestigen könne und wie grofs die Empfindlichkeit desselben eigentlich sey, hat Hr. T. noch nicht untersucht, doch konnte er in der Camera obscura bei trübem Wetter in 6 bis 7 Minuten ein Bild von einem Fenster erhalten.

Hr. Biot, dem Hr. T. diese letztere Vorschrift brieflich mitgetheilt hat [2]), bestätigt die Farbenveränderung dieses Papiers im Licht. Er setzt hinzu, dafs derselbe Uebergang von Gelb in Grün und Schwarz sich auch zeige, wenn man die drei genannten Lösungen auf Porcellan auftrage, ferner beim Bromsilber allein, und bei einem Gemenge von trocknem, zerriebenem, salpetersaurem Silber und Bromkalium. Endlich bemerkt er noch, dafs ein mit Guajaklösung bestrichenes Papier dieselben Farbenübergänge darbiete. Hr. Biot erinnert dabei an die Farbenveränderungen eines neuerlich von Hrn. Pelouze entdeckten Eisencyanürs, von dem der folgende Aufsatz das Nähere enthält.

1) Die Empfindlichkeit soll sich durch diesen Proceſs sogar so weit steigern, dafs das Chlorsilber im Dunkeln schwarz wird; natürlich ist dann das damit überzogene Papier unbrauchbar.

2) *Compt. rend. T. VIII p.* 409.

XIII. *Ueber eine neue Verbindung von Eisen und Cyan; von Hrn. Pelouze.*

Leitet man einen Ueberschufs von Chlor in eine Lösung von Kaliumeisen-Cyanür oder Kaliumeisen-Cyanid, so erlangt die Flüssigkeit eine weinrothe Farbe und einen starken durchdringenden Geruch, worin man den des Chlorcyans, der Blausäure und des Chlors unterscheidet. An der Luft stehen gelassen oder besser noch zum Sieden gebracht, setzt sie ein grünes, leichtes, geschmackloses Pulver ab, bestehend aus Cyan, Eisen, Eisenoxyd und Wasser, in sehr veränderlichen Verhältnissen, die anzudeuten scheinen, dafs in diesem Pulver mehre verschiedenartige Substanzen enthalten sind.

Der Luft ausgesetzt, wird diefs grüne Pulver nach und nach blau, und erlangt die Eigenschaften des Berlinerblau. Bei 180° verliert es Cyan, Wasser, etwas Cyanwasserstoffsäure, und wird in einigen Augenblicken zu einem sehr reichen und sehr intensiven Purpur.

Zur Befreiung vom Eisenoxyd, das es immer enthält, und vom Berlinerblau, das zuweilen darin ist, mufs man es mit dem 8- bis 10fachen seines Gewichts concentrirter Chlorwasserstoffsäure mengen und die Flüssigkeit zum Sieden bringen; das Eisenoxyd löst sich, das Berlinerblau wird zerstört, und die Operation ist für beendet zu halten, wenn eine kleine Menge der abfiltrirten Flüssigkeit nicht mehr vom Wasser gefällt und blau gefärbt wird. Der grüne Rückstand wird dann wohl gewaschen und im Vacuo getrocknet, bis er nichts mehr am Gewicht verliert.

Dann ist die Verbindung rein und entsprechend der Formel:

$$FeCy_2 + Fe_2Cy_6 + 4H_2O.$$

Sie enthält mehr Cyan als Berlinerblau, und dadurch erklärt sich ihre Umwandlung in dieses bei Erwärmung oder längerer Berührung der Luft mit Leichtigkeit.

Die Wassermenge darin ist merkwürdig; denn sie reicht genau hin, um mit ihrem Wasserstoff und dem Cyan Blausäure, und mit ihrem Sauerstoff und dem Eisen ein der Cyanung entsprechendes Eisenoxyd zu bilden, wie folgende Formel zeigt;

$$FeCy_2 + Fe_2Cy_6 + 4H_2O = FeO + Fe_2O_3 + 4H_2Cy_2.$$

Die neue Substanz entspricht dem magnetischen Eisenoxyd (Magneteisenstein. *P.*), und ihr Daseyn läfst auf ein analoges, bisher noch nicht dargestelltes Eisenchlorid schliefsen. Sie ist stabiler als das Berlinerblau. Erst durch ein mehrstündiges Kochen wird sie endlich von rauchender Salzsäure zersetzt. Die daraus entstehende Flüssigkeit enthält ein Gemenge von Chlorür und Chlorid vom Eisen. Chlor zersetzt sie noch schwieriger. Durch Aetzkalilauge wird sie rasch zerstört, Eisenoxyd schlägt sich nieder, und Kalium-Eisencyanür und Kaliumeisencyanid lösen sich auf. Nach der Menge des gefällten Eisenoxyds zu schliefsen, geschieht diese Zersetzung wahrscheinlich so:

$$\begin{aligned} &6Fe\,Cy_2 + 6Fe_2Cy_6 + 24H_2O + 15KO \\ &= \underbrace{15Fe_2O_3}_{24H_2O} + \underbrace{Fe_2Cy_6 + 3KCy_2}_{1\text{ At. roth. Salz}} + \underbrace{6FeCy_2\,12KCy_2}_{6\text{ At. gelb. Salz.}} \end{aligned}$$

Ammoniak zersetzt sie eben so, doch natürlich erst nach längerer Zeit.

Die grüne Substanz bildet sich in vielen Fällen. Sie verunreinigt die ersten Krystallisationen des nach L. Gmelin's Vorschrift bereiteten Kalium-Eisencyanids. Besonders entsteht sie, wenn saure Flüssigkeiten, vor allem heifse, mit diesem Salze oder mit dem Kalium-Eisencyanür in Berührung kommen. (*Compt. rend. T. VII p.* 663.)

XIV. *Ueber eine merkwürdige Verbreitung der mikroskopischen polythalamischen Corallenthierchen durch technische Anwendung der Kreide.*

Eine Untersuchung der feinsten geschlemmten Kreidearten, welche zu technischen Zwecken im Handel sind, ergab Hrn. Prof. Ehrenberg das Resultat, dafs auch in diesem feinsten Zustande nicht blofs der anorganische Theil der Kreide sich abgesondert hat, sondern dafs er mit sehr vielen wohlerhaltenen Formen der kleinen Schalen der Corallenthierchen gemischt bleibt. Da geschlemmte Kreide zum Stubenmalen verwendet wird, so untersuchte Hr. E. sowohl die Papiertapeten, als die einfach auf Kalk gemalten Wände seiner Zimmer, ja auch ein sogenanntes glacirtes pergamentartiges Papier (Visiten-Karte), und erhielt das sehr anschaulich, die Feinheit der Zertheilung des selbstständigen organischen Lebens darstellende Resultat, dafs jene Wände und Papiertapeten, mithin wahrscheinlich alle ähnlichen Stuben-, Häuser- und Kirchenwände, ja selbst die auf diese Weise bereiteten glacirten Visiten-Karten (von denen manche jedoch mit reinem Bleiweifs, ohne Zusatz von Kreide, gemacht werden), bei 300maliger Vergröfserung im Durchmesser, und durchdrungen von Canada-Balsam, sich als eine zierliche Mosaik von niedlichen Moos-Corallenthierchen zeigen, die dem blofsen Auge unerreichbar, aber, hinlänglich vergröfsert, viel zierlicher ist als die meiste sie verdeckende Malerei. (Aus den Berichten der K. Preufs. Academie.)

1839. ANNALEN No. 10.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXVIII.

I. *Ueber die Becquerel'sche Kette und die Elektricitäts-Erregung durch gegenseitige Berührung von Flüssigkeiten im Allgemeinen;*

von G. Th. Fechner.

(Schlufs von S. 26)

Verschiedene Umstände, welche bei Flüssigkeitsketten in Betracht kommen.

24) *Einfluſs der Berührungsgröſse auf die elektromotorische Kraft.* Bei der im Vorigen, so wie im Folgenden angewandten Versuchsweise communicirte eine Flüssigkeit mit der andern nur durch die kleinen capillaren Oeffnungen der Verbindungsröhren. Es schien mir nützlich zu untersuchen, ob nicht durch Vermehrung der Communicationspunkte die Kraft wachsen würde. Allein es hat sich hievon ganz entschieden das Gegentheil ergeben, was ebenfalls der bisher üblichen Ansicht von der Becquerel'schen Kette wenig günstig ist. In der That zeigen die folgenden Versuche, dafs die Zahl der Communicationsröhren für die Wirkung gleichgültig ist.

25) *Salpetersäure* mit *Kochsalz*, welches einen noch kräftigeren Strom giebt, als Salpetersäure mit Kali (vergl. den folgenden Abschnitt), war zwischen Brunnenwasser gebracht. Die Kochsalzlösung ward zu jedem neuen Versuche erneuert, weil der vorige schon etwas Säure damit vermischt haben mufste, und überhaupt war alles, aufser der Zahl der Verbindungsröhren, bei den successiven Versuchen gleich gemacht.

Der Röhren, welche die Function von No. 3 vertreten sollten, hatte ich drei, alle mit derselben Salpe-

tersäure gefüllt; sie mögen α, β und γ heifsen. Es wurden folgende Ausschläge erhalten:

Bei Anwendung von	α	20	$+\frac{1}{2}$
	$\alpha+\beta$	21	-0
	β	$21\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$
	$\beta+\gamma$	$20\frac{1}{4}$	-0
	γ	23	-2
	$\alpha+\beta+\gamma$	19	$+1\frac{1}{3}$.

Einige Wiederholungen dieses Versuches gaben ein ganz analoges Resultat. Von selbst versteht es sich freilich, dafs, wo der Widerstand der Flüssigkeit in den Röhren in Betracht käme, die drei Röhren eine stärkere Kraft geben müfsten, als zwei oder eine; es konnte aber dieser Widerstand unter den Umständen des Versuchs ganz vernachlässigt werden, da er verschwand gegen denjenigen Widerstand, welchen der lange Multiplicator, der Uebergangswiderstand des Platins, und das Brunnenwasser der zuleitenden Gefäfse und der Röhren No. 1 und 2 in die Kette brachten.

Dasselbe, wie der vorige Versuch, beweist noch einfacher der folgende: *käufliche Salpetersäure* und (*Aetz-*) *Natron* befanden sich zwischen Brunnenwasser. Die Verbindung der beiden ersten geschah durch eine Röhre voll gleicher Salpetersäure. Der Ausschlag auf Seiten der Salpetersäure betrug $13{,}5+0{,}9$; $12+1{,}8$: 11 etc. Als nach einigen Minuten die stehende Ablenkung noch $5°{,}5$ betrug, wurden neben der Verbindungsröhre der erregenden Gefäfse noch drei andere Röhren mit käuflicher Salpetersäure eingesetzt, so dafs jetzt vier Röhren, statt vorhin einer, vorhanden waren. Es konnte aber nicht die mindeste Zunahme der Kraft wahrgenommen werden, ungeachtet ich eine kleine Zunahme erwartet hätte durch verminderten Leitungswiderstand. Der Mangel aller merklichen Zunahme beweist, dafs auch hier der Widerstand einer Salpetersäureröhre schon verschwand gegen den übrigen Leitungswiderstand der Kette.

Auf noch eine andere Weise wird der Umstand, dafs die Menge der Berührungspunkte der Flüssigkeiten keinen Einfluſs auf die elektromotorische Kraft hat, durch folgenden Versuch bewiesen.

Wir haben gesehen (No 13), dafs, wenn die Communicationsröhre der erregenden Gefäfse mit derselben Flüssigkeit gefüllt war, welche sich auch in dem zuleitenden befand, unter keinen Umständen eine wirksame Strömung erfolgte. Man kann es, wie leicht zu erachten, dann so ansehen, als wenn zwei gleiche Flüssigkeitsketten einander in entgegengesetzter Richtung angeordnet wären.

Nun wurde in einem Fall käufliches *Vitriolöl* (welches durch Stehen an der Luft seine rauchende Eigenschaft eingebüfst hatte) mit *Kali* zwischen Salpetersäure, welche mit 20 Vol. Wasser verdünnt war, gebracht, und beide erregende Gefäfse durch eine Röhre voll gleicher verdünnter Salpetersäure verbunden, während auch die Röhren No. 1 und 2 damit gefüllt waren. Der Kreis der Flüssigkeiten läfst sich hienach als aus folgenden zwei entgegengesetzt gerichteten Ketten bestehend denken:

1. Schwefelsäure, verdünnte Salpetersäure, Kali.

2. Kali, verdünnte Salpetersäure, Schwefelsäure; wenn die erste durch die Hälfte der Flüssigkeiten in den erregenden Gefäfsen mit der Flüssigkeit ihrer Verbindungsröhre dargestellt wird, die zweite durch die andere Hälfte der Flüssigkeiten in den erregenden Gefäfsen mit der Flüssigkeit der Röhren 1 und 2, und der zuleitenden Gefäfse.

Wenn nun die elektromotorische Kraft mit der Menge der Berührungspunkte wüchse, so hätte diejenige Kette das Uebergewicht erlangen müssen, in welcher man die Anzahl der Communicationspunkte über die der andern vergröfserte. Es wurden demgemäfs neben der Röhre No. 1 noch drei andere, mit verdünnter Salpetersäure gefüllte Röhren eingesetzt, eben so neben der Röhre

No. 2, so dafs die Zahl der Berührungspunkte auf jeder Seite in der Kette vervierfacht war; allein die Wirkung blieb Null nach wie vor. Als aber jetzt die mit verdünnter Salpetersäure gefüllte Verbindungsröhre der erregenden Gefäfse mit einer, mit Kali gefüllten Röhre vertauscht wurde, betrug der erste Ausschlag über 40°.

25) *Untersuchung, ob ein Uebergangswiderstand zwischen verschiedenen Flüssigkeiten stattfinde.* Ich wünschte zu erforschen, ob wohl auf ähnliche Weise, als zwischen festen und flüssigen Körpern, so auch zwischen *verschiedenen* flüssigen Körpern ein Uebergangswiderstand stattfinde. Der nachfolgende Versuch kann in dieser Hinsicht freilich nicht als ganz entscheidend angesehen werden, und erfordert noch Wiederholung mit anderen Flüssigkeiten; indefs zeigt er jedenfalls evident für die Abwechslung von käuflicher Salpetersäure mit Brunnenwasser, dafs, wenn ein solcher Widerstand stattfinden sollte, er klein genug seyn müfste, um durch den Widerstand selbst einer geringen Strecke Brunnenwassers überboten zu werden, und überhaupt ist aus dem Versuche selbst kein Anlafs zu schöpfen, einen solchen Widerstand zu vermuthen. Er wurde auf folgende Weise angestellt.

Es wurden drei Gefäfse a, a', a'' (Taf. I Fig. 3) mit käuflicher Salpetersäure und drei dergleichen mit Brunnenwasser b, b', b'' auf die in der Figur 3 angegebene Weise angeordnet. In a wurde eine Platinplatte, in b eine Zinkplatte gestellt, die durch den Multiplicator verbunden wurden. Die Gefäfse a, a', a'' wurden erst für sich durch Röhren mit käuflicher Salpetersäure, und die Gefäfse b, b', b'' durch Röhren mit Brunnenwasser verbunden, um gleiches Niveau zu erzeugen, dann wurde a mit b, a' mit b' und a'' mit b'' eine Zeit lang durch Röhren mit Brunnenwasser verbunden, um auch Gleichgewicht des Niveaus zwischen beiden Reihen der Gefäfse zu erzeugen. Es flofs dabei keine Säure in die

Wassergefäfse über. Um diefs beurtheilen zu können war das Wasser in den Verbindungsröhren mit etwas, Lackmus gebläut. Diese Vorsichten wurden getroffen, damit nicht während des Versuchs eine Bewegung der Flüssigkeiten zu einander stattfinde. Es wurden nun die queren Zwischenröhren entfernt und bei Seite gelegt, und wiederum a mit a', a' mit a'' durch Röhren mit Säure, b mit b', b' mit b'' durch Röhren mit Brunnenwasser, überdiefs auch a'' mit b'' durch eine Röhre mit Brunnenwasser verbunden. Die Ablenkung der Nadel betrug, nachdem sie stationär geworden war, 4°,8. Die grofse Schwäche dieser Ablenkung war aus nachher anzugebenden Gründen dadurch erzielt worden, dafs ich meinem langen Multiplicator eine Nebenschliefsung gegeben, die nur ungefähr $\frac{1}{27}$ seines eigenen Leitungswiderstandes hatte, wodurch der gröfste Theil des Stromes aus ihm abgelenkt wurde. Es wurden nun die zwei Verbindungsröhren von b, b', b'' voll Brunnenwasser in die Säuregefäfse a, a', a'' eingesetzt und umgekehrt, und dadurch eine mehrmalige Abwechslung zwischen den heterogenen Flüssigkeiten hervorgebracht. Wenn hiedurch ein in Betracht kommender Widerstand in die Kette trat, so mufste eine Schwächung erfolgen. Statt dessen vermehrte sich (was auch bei einer Wiederholung des ganzen Versuchs mit neu gefüllten Röhren beobachtet wurde) die stehende Ablenkung um 1°, kam nämlich auf 5°,8.

Diese Vermehrung rührte unstreitig daher, dafs die Verbindungsröhren mit einem Theile ihrer Länge (ungefähr 7 Par. Lin.) in die respectiven Flüssigkeiten eintauchten. In diesem Theile mischt sich das Wasser mit der Säure, wie aus der Röthung desselben erkannt wurde, und dadurch wurde der Widerstand der Kette etwas vermindert. War also ein Uebergangswiderstand vorhanden, so wurde sein schwächender Einfluſs hiedurch überboten.

Als die Röhren in ihre ursprüngliche Lage zurück-

versetzt wurden, betrug die Ablenkung anfangs auch noch merklich 5°,8, minderte sich inzwischen allmälig auf, 5°,5, indem wahrscheinlich ein Theil der in die Verbindungsröhren aufgenommenen Säure wieder durch Wasser ersetzt wurde. Die Bruchtheile der Grade bei diesem Versuche sind, wie überall, durch Schätzung bestimmt.

Zur ungefähren Beurtheilung des Leitungswiderstandes der Flüssigkeiten bei diesem Versuche mögen folgende Data dienen, welche ich anführe, weil sie zeigen, dafs der Gesammtleitungswiderstand der Kette sehr wohl gestattet hätte, mäfsige Zuwüchse desselben noch wahrzunehmen. Wenn anstatt $a''b''$ vielmehr ab durch eine Röhre mit Brunnenwasser verbunden wurde, betrug die Ablenkung 8,2; wenn ab und $a'b'$ beide durch solche Röhren verbunden waren: 10,5, und wenn ab, $a'b'$, $a''b''$ alle drei durch solche Röhren verbunden waren: 11,5. Diese Ablenkungen sind vergleichbar mit der obigen 4,8 für die Verbindung von $a''b''$ allein.

Die Nebenschliefsung des Multiplicators geschah aus doppeltem Grunde, einerseits, um nicht durch die Länge des Multiplicators einen zu starken Leitungswiderstand in die Kette zu bringen, gegen welchen der, um dessen Untersuchung es sich handelte, vielleicht verschwinden könnte, andererseits, um die Ablenkung nicht bis in die höheren Grade steigen zu lassen, wo gegebenen Kraftdifferenzen kleinere Differenzen der Ablenkung entsprechen.

Es war meine Absicht diesen Versuch so zu wiederholen, dafs die Verbindungsröhren die in's Gleichgewicht des Niveaus gebrachten Flüssigkeiten nur capillar berührten, um die im vorigen Versuche stattgefundene Vermischung der Flüssigkeiten in einem Theile der Röhre zu verhüten, und so ein reineres Resultat zu erhalten; inzwischen bin ich später nicht wieder auf diesen Gegenstand zurückgekommen, über den deshalb neue Versuche nicht überflüssig seyn möchten.

26) *Einfluſs des Niveau-Unterschiedes der Flüssigkeiten.* Ich glaubte anfangs es möchte nöthig seyn zur Entwicklung der Strömung, daſs vermöge eines Niveau-Unterschiedes in den erregenden Gefäſsen eine Bewegung der Flüssigkeiten zu einander stattfinde. Inzwischen habe ich einen Ausschlag, so stark er nach der Natur der Flüssigkeiten ungefähr zu erwarten war, auch erhalten, wenn ich alle vier Gefäſse über Nacht durch Röhren verbunden stehen lieſs, so daſs ein constantes Niveau derselben eintreten muſste, dann die Verbindungsröhre der zuleitenden Gefäſse entfernte und die Platinplatten mit dem Multiplicator in Verbindung setzte. Ich goſs darauf die Hälfte der Flüssigkeit aus einem der erregenden Gefäſse aus, so daſs ein lebhaftes Zuströmen durch den Niveau-Unterschied erfolgen muſste, als (nach Beseitigung der Ladung) die Verbindung durch die Röhren wieder hergestellt wurde; allein der jetzt erfolgende Ausschlag zeigte sich nicht im Mindesten stärker als der vorher erhaltene.

Die Einflusslosigkeit des Niveau-Unterschiedes wird noch vollends durch nachstehende Versuche bewiesen.

Kohlensaures Ammoniak wurde mit *Salmiak* zwischen Brunnenwasser und Kupfer gebracht. Die Flüssigkeiten in den erregenden Gefäſsen wurden nach jedem Versuch erneuert, und das Niveau in den zuleitenden Gefäſsen durch Zufüllen wieder auf den ersten Stand gebracht; um bei jedem Versuche von vergleichbaren Umständen auszugehen; da sich durch jeden Versuch das Niveau in den zuleitenden Gefäſsen etwas verminderte, und die Flüssigkeit in den erregenden Gefäſsen durch den Zufluſs aus jenen etwas verdünnte. Als Einheit der Höhe des Niveaus ist in den folgenden Versuchsreihen die Höhe der Flüssigkeit in den zuleitenden Gefäſsen gesetzt.

Höhe des Niveaus.		Röhre No. 3 gefüllt mit:	Ausschlag.
Salmiak.	kohlens. Amm.		
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	Salmiak	6 +1
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	kohlens. Ammon.	5,9+1
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	kohlens. Ammon.	6 +1
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	kohlens. Ammon.	6 +1

Bei dieser Versuchsreihe war das Niveau gleich in beiden erregenden Gefäfsen und variirte nur von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{4}$ in Bezug zu den zuleitenden Gefäfsen. Folgende Versuchsreihe enthält auch Variationen im Niveauverhältnifs der ersten.

Käufliche *Salzsäure*, so weit verdünnt, dafs sie nicht mehr raucht, und *Kochsalz* zwischen Brunnenwasser. Aehnliche Vorsichten in Betreff der Vergleichbarkeit als bei voriger Reihe.

Höhe des Niveaus.		Röhre No. 3 gefüllt mit:	Ausschlag.
Salzsäure.	Kochsalz.		
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	Salzsäure	16,9+2
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	desgl.	17 +2
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	desgl.	17 +1
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	desgl.	16,7+2,2
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	Kochsalz	16,5+2,5

Diese beiden Versuchsreihen können zugleich zeigen, wie gut übereinstimmende Resultate man bei sorgfältigem Verfahren erhält.

Wenn hier eine Einflufslosigkeit des Niveau-Unterschiedes auf den Erfolg der Versuche ausgesetzt wird, so ist diefs richtig zu verstehen. Wenn ich in dem vorigen Versuche die Beobachtung der Kraft längere Zeit fortgesetzt hätte, so würden natürlich verschiedene Werthe bei verschiedenem anfänglichen Niveauverhältnifs haben eintreten müssen, weil dieser Unterschied hätte mit sich bringen müssen, dafs im einen Fall mehr Flüssig-

keit aus einem Gefäfse in das andere übergeflossen wäre, als im andern, mithin der Zustand der Flüssigkeiten selbst nicht mehr hinreichend vergleichbar geblieben; deshalb wurde in vorigen Versuchen die Beobachtung unmittelbar nach Einsetzen der drei Verbindungsröhren begonnen und blofs auf einen Hin- und Hergang der Nadel ausgedehnt.

27) Oefters habe ich gelegentlich den Einfluſs der Vermischung der Flüssigkeiten durch den Niveau-Unterschied auf den Erfolg wahrgenommen. In den meisten Fällen erhielt ich, wenn ich anfangs nur einen kleinen Niveau-Unterschied stattfinden liefs, bei Wiederholung desselben Versuchs, ohne die Flüssigkeiten vorher erneuert zu haben, dieselben Werthe wieder, so dafs ein kleiner Zufluſs aus einem Gefäfse in's andere das Resultat nicht merklich änderte. Doch zeigten sich bei einigen Flüssigkeiten bemerkenswerthe Ausnahmen, so dafs, wenn ich auch gleich nach Einsetzen der Röhren nur einen Hin- und Hergang der Nadel beobachtet hatte, doch bei Wiederholung des Versuches (während in der Zwischenzeit, die zur Aufhebung der Ladung erforderlich war, die Röhren entfernt wurden) in den nicht erneuerten Flüssigkeiten einen beträchtlich geringeren Werth als früher erhielt; und in einigen anderen Fällen sank während des Versuchs selbst die Kraft auf einmal fast oder ganz auf Null, und konnte nicht durch Oeffnung der Kette, sondern nur durch Erneuerung der Flüssigkeit wieder hergestellt werden. Auffallend ist mir in den Fällen, die ich in diesem Bezug beobachtet habe, gewesen, dafs diefs Sinken nicht allmälig, sondern immer mit einer gewissen Plötzlichkeit eintrat.

28) *Einfluſs, welchen die Beschaffenheit der Flüssigkeit in der Verbindungsröhre der erregenden Gefäfse hat.* Die unter 26 mitgetheilten Versuchsreihen lehren noch ferner, dafs es ganz gleichgültig ist mit welcher von den beiden Flüssigkeiten, die in den erregenden

Gefäfsen enthalten sind, ihre Verbindungsröhre gefüllt wird; was ich noch durch andere Versuche bestätigt gefunden habe. Natürlich kann diefs nur unter der Voraussetzung gelten, dafs der Unterschied des Leitungsvermögens nicht in Betracht kommt; eine Bedingung, die bei jenen Versuchen als erfüllt angesehen werden konnte, da ein so grofser Gesammtwiderstand vermöge des Brunnenwassers in den zuleitenden Gefäfsen und den Verbindungsröhren No. 1 und 2, so wie durch die Länge des Multiplicators stattfand.

Inzwischen ist hiemit keinesweges dargethan, dafs die Beschaffenheit der Flüssigkeit in der Verbindungsröhre überhaupt gleichgültig sey; und schon die oben angeführten Resultate widerlegen diefs, nach denen die Wirkung jedesmal Null ist, wenn die Flüssigkeit der Verbindungsröhre No. 3 übereinstimmt mit der Flüssigkeit der zuleitenden Gefäfse. Es wird hienach nicht auffallend seyn, wenn durch Veränderung der Flüssigkeit in der Röhre No. 3, bei sonst gleich gehaltenen Umständen, sogar der Ausschlag umgekehrt werden kann, wie es folgende Beispiele beweisen.

Schwefelsäure mit *Salmiak* zwischen Salpeter und Kupfer. Das Niveau der Gefäfse war durch vorherige Verbindung derselben constant. Als die Verbindungsröhre No. 3 mit Schwefelsäure gefüllt war, erfolgte ein Ausschlag 71°,5+16°,8 auf Seiten der Schwefelsäure, als sie mit Glaubersalzlösung gefüllt war: 64°,3+5° auf Seiten des Salmiaks; als sie mit Aetzkali gefüllt war: 24°,9+9°,5 auf Seiten des Salmiaks; als sie mit Salzsäure gefüllt war, beträchtlich (doch nicht gemessen) auf Seiten der Schwefelsäure.

Um eine Controle zu haben, dafs nicht durch das successive Einsetzen der verschiedenen Verbindungsröhren die Flüssigkeiten in den Gefäfsen eine in Betracht kommende Veränderung erlitten, wurde zuletzt nochmals die Verbindungsröhre mit Schwefelsäure eingesetzt, und

ein Ausschlag 70° + 21°,5 nach Seiten der Schwefelsäue, also nahe übereinstimmend mit dem anfänglichen, erhalten.

Gelegentlich habe ich auch die Beobachtung gemacht, dafs durch Verwechslung der Flüssigkeit in einer Verbindungsröhre der zuleitenden mit dem erregenden Gefäfse die Strömung umgekehrt werden kann.

29) *Einfluſs, welchen die Beschaffenheit der Flüssigkeit in den zuleitenden Gefäſsen hat.* So wie die Flüssigkeit in der Verbindungsröhre der erregenden Gefäfse von Einfluſs auf das Resultat ist, ist es nicht minder die Flüssigkeit in den zuleitenden Gefäfsen. Der Sache nach sind es in der That eben so gut erregende Gefäfse, als die, welche wir schlechthin so genannt haben. Das eigentliche Schema einer Kette, wo beispielsweise Kali und Salpetersäure zwischen Salpeter gebracht ist, ist das in Fig. 4 Taf. I dargestellte. Die Theilung des Gefäfses mit Salpeter in zwei, und Unterbrechung durch den metallischen Schliefsungsbogen, hindert nicht, dafs es (mit seinen Fortsetzungen der Röhren 1 und 2) im Erregungsprocefs der Strömung eine gleiche Bedeutung habe, als die erregenden Gefäfse.

Obwohl diefs eigentlich schon theoretisch zu erwarten ist, ist es doch weder den früheren Beobachtern, noch anfangs mir selbst beigefallen. Jedenfalls wird es nützlich seyn, von dem Einflusse der Flüssigkeit in den zuleitenden Gefäfsen auf die Richtung des Stroms einige Belege beizubringen.

Bei Salpetersäure mit Kali zwischen *Salpeter* erfolgt der Ausschlag auf Seiten der Salpetersäure, zwischen *Kochsalz* dagegen auf Seiten des Kali. Zwischen *Brunnenwasser* giebt Salpetersäure einen Ausschlag nach ihrer eigenen Seite, wenn sie combinirt wird mit Kali oder schwefelsaurem Kali, oder Salpeter, oder Zinkvitriol; dagegen den umgekehrten mit denselben Flüssigkeiten zwischen *Kochsalz* u. s. f.

Wenn es richtig ist, dafs die Flüssigkeit in den zu-

leitenden Gefäfsen gleiche Function mit den Flüssigkeiten in den erregenden Gefäfsen hat, so mufs sich auch die Richtung des Ausschlags hienach bestimmen lassen, wenn man eine der Flüssigkeiten, welche in den erregenden Gefäfsen waren, in die zuleitenden substituirt, und umgekehrt; der Strom mufs nämlich die drei Flüssigkeiten noch in derselben Folge durchlaufen. In der That ist diefs der Fall. Man erinnere sich an die Versuche No. 10 und 21, wo Salpeter, Salpetersäure und Kali ihre Stelle successiv wechselten, und man wird finden, dafs der Strom sie stets nach derselben Ordnung der Flüssigkeiten durchlief. Der entgegengesetzte Ausschlag, der bei zweien dieser Anordnungen im Verhältnifs zur Becquerel'schen Anordnung stattfand, wird hiedurch ein nothwendiges Ergebnifs, wenn man annimmt, dafs Platin in Kali positiv, in Salpetersäure negativ verändert wird.

Hier noch einige andere Beispiele für jene Unabhängigkeit des Erfolgs von der Stelle der Flüssigkeiten in den zuleitenden oder erregenden Gefäfsen.

Von der Kette aus den drei Flüssigkeiten, *Kochsalz*, *Glaubersalz*, *Brunnenwasser*, wurde successiv eine nach der andern in die zuleitenden Gefäfse substituirt. In allen drei Fällen hatte der Strom die Richtung, welche durch die Ordnung bezeichnet wird, in der die Flüssigkeiten genannt sind. Von der Kette: *Glaubersalz*, *Kochsalz*, *Salpetersäure*, wurde einmal das Kochsalz, ein anderes Mal das Glaubersalz in die zuleitenden Gefäfse substituirt; von der Kette: *Glaubersalz*, *Kali*, *Kochsalz*, eben so; von der Kette: *Glaubersalz*, *Kali*, *Salpeter*, einmal das Kali, ein anderes Mal der Salpeter; von der Kette: *Brunnenwasser*, *Kali*, *Salpeter*, eben so; und bei diesen sämmtlichen Verwechselungen durchlief immer der Strom die Flüssigkeiten nach derselben Ordnung, in der sie genannt sind.

30) *Einfluſs der Verdünnung der Flüssigkeiten.* Von

nicht unbeträchtlichem Einflufs ist die Verdünnung der Flüssigkeiten auf das Resultat. So gab *Kochsalz* mit *kohlensaurem Kali* zwischen Glaubersalz und Kupfer einen Ausschlag 14,6+5,8, wenn das kohlensaure Kali unverdünnt war, dagegen blofs von 9,6+4,3, wenn das kohlensaure Kali mit seinem gleichen Volum destillirten Wassers verdünnt war. Die Röhre No. 3 war in beiden Fällen mit Kochsalz gefüllt.

Schwefelsäure von 1,580 gab mit *Kochsalz* zwischen Brunnenwasser einen Ausschlag $22\frac{1}{2}+\frac{2}{3}$; dagegen Schwefelsäure von 1,120, unter denselben Umständen nur von $16\frac{1}{2}+1\frac{1}{3}$; concentrirtes *Kochsalz* mit *Salpetersäure* gab zwischen Brunnenwasser $22\frac{3}{4}-1\frac{1}{4}$, mit dem 4fachen Volum Wasser verdünnte Kochsalzlösung dagegen blofs 12—0, u. s. f.

31) *Einfluſs der Beschaffenheit des Metalls in den zuleitenden Gefäſsen.* Es schien mir nicht ganz überflüssig zu untersuchen, ob wohl eine Veränderung der Metalle in den zuleitenden Gefäfsen einen erheblichen Einflufs auf das Resultat hätte. Zuvörderst verglich ich Platin mit Kupfer in Brunnenwasser, und das übereinstimmende Resultat von drei vergleichenden Versuchen mit verschiedenen Flüssigkeitsketten war, *a*) dafs die anfängliche Kraft ein wenig höher ausfiel, wenn Kupfer, als wenn Platin in den zuleitenden Gefäfsen voll Brunnenwasser stand; *b*) dafs die Wirkungsabnahme bei Platin schneller war; *c*) dafs in gleicher Zeit eine stärkere Ladung bei Platin als bei Kupfer erfolgte. Hier folgen die Resultate dieser drei Versuche. Bei Veränderung der Metalle wurden jedesmal auch die Flüssigkeiten in den erregenden Gefäfsen erneuert, und der Versuch genau unter denselben Umständen wiederholt, so dafs vollkommene Vergleichbarkeit stattfand. Die eingetauchte Oberfläche jeder Platte betrug nicht viel über $\frac{1}{2}$ Quadratzoll. Um die Wirkungsabnahme verfolgen zu können, sind die Ausweichungen bei den successiven Hin-

und Hergängen der Nadel von Anfang der Schliefsung an unter einander gestellt. Um die Ladung schätzen zu können, wurde, wenn nach 5 bis 8 Min. die Ausweichungen schliefslich noch einmal gemessen waren, die Röhre No. 3 entfernt und zugleich eine mit Brunnenwasser gefüllte Röhre in die zuleitenden Gefäfse gesetzt, wo dann ein Ausschlag nach der entgegengesetzten Richtung als vorher erfolgte, der unter dem Titel *Ladung* bezeichnet ist. Hier ist besonders wesentlich, nicht den ersten Ausschlag, sondern die Summe der Ausweichungen beim ersten Hin- und Rückgang bei beiden Metallen zu vergleichen, also z. B. beim ersten Versuch nicht 10 mit $11\frac{1}{4}$, sondern $10-6=4$ mit $11\frac{1}{4}-4=7\frac{1}{4}$, weil der Ausschlag hier, der Natur des Versuchs nach, nicht von der Ruhelage der Nadel ab anheben kann, indem die Nadel wegen der vorherigen Wirkung der Kette sich noch in Abweichung befindet, wenn man den Ausschlag noch durch die Ladung nach entgegengesetzter Seite beginnen läfst.

Erster Versuch. *Kochsalz* mit *Schwefelsäure* von 1,120 zwischen Brunnenwasser:

	Zwischen Kupfer.	Zwischen Platin.
0 Min.	$16\frac{1}{2}+1\frac{1}{3}$	$15\frac{1}{3}-1$
	$15\ +2\frac{2}{3}$	$13\ -1$
	$13\frac{8}{4}+3\frac{2}{3}$	$11\frac{1}{2}-0$
	$12\frac{2}{3}+4\frac{2}{3}$	$10\frac{1}{3}+1\frac{1}{4}$
	$12\ +5\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{3}+1\frac{3}{4}$
	— —	— —
5 Min.	$9\frac{2}{3}+7\frac{1}{4}$	$6\frac{3}{4}+2\frac{1}{3}$
	$9\frac{1}{2}+7\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{3}+3\frac{1}{2}$
	Ladung	Ladung
	$10\ -6$	$11\frac{1}{4}-4$
	$8\frac{1}{2}-3\frac{2}{3}$	$8\frac{1}{2}-3$

Zweiter Versuch. Käufliche *Salpetersäure*, so weit verdünnt, dafs sie nicht raucht, mit *Kochsalz* zwischen Brunnenwasser:

	Zwischen Kupfer.	Zwischen Platin.
0 Min.	20 +2	20 +1
	$18\frac{1}{3}+3\frac{1}{2}$	18 $+2\frac{1}{2}$
	17 +5	$16\frac{2}{3}+3\frac{1}{3}$
	16 $+5\frac{2}{3}$	15 $+4\frac{1}{2}$
	15 $+6\frac{3}{4}$	$13\frac{3}{4}+5\frac{1}{4}$
	— —	— —
8 Min.	$11\frac{1}{3}+9\frac{2}{3}$	$9\frac{1}{2}+8$
	$11\frac{1}{3}+9\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{4}+8\frac{1}{4}$
	Ladung	Ladung
	13 —8	17 $-7\frac{3}{4}$
	9 $-5\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}-6$

Dritter Versuch. käufliches *Vitriolöl*, welches durch Stehen an der Luft sich mit Wasser gesättigt hat, mit *Salmiak.*

	Zwischen Kupfer.	Zwischen Platin.
0 Min,	19,3+2	20,5+0
	18 +3,7	17 +1,3
	17 +5	15 +2,0
	15,6+5,5	13,4+3
	14,1+5,7	12,2+3,7
	— —	— —
5 Min.	. . . . .	8,8+4,5 ; 8,3+6,2
6 Min.	10 +8	
	Ladung	Ladung
	10 —6,5	21,7—7,3
	7 —4,4	15 —5

Da bei allen drei vorhin angeführten Versuchsreihen die anfängliche Kraft für Platin nur wenig geringer ausfiel, als für Kupfer, so schien mir dieſs hinreichend dadurch erklärlich, dafs schon während des ersten Hin- und Hergangs der Nadel sich die schnellere Wirkungs-

abnahme für das Platin bemerklich mache, und es mag diefs in der That Antheil daran haben. Allein unstreitig hat auch der gröfsere Uebergangswiderstand des Platins seinen Antheil daran [1]), wie die folgenden Versuche beweisen:

Es wurde zu diesen Versuchen käufliche *Salpetersäure* mit *Kochsalz* zwischen Salpeter angewandt. Von jeder Platte tauchten ungefähr $1\frac{1}{2}$ Quadratzoll (jedenfalls gleich viel bei jedem Versuche von dem Metalle) in die Salpeterlösung ein. Folgendes sind die für die verschiedenen Metalle erhaltenen vergleichbaren vier ersten Hin- und Hergänge:

Kupfer.	Platin.	Zinn.	Antimon.
29,6+5,8	25,1+1,5	25,8+5,6	28,5+5,5
26,9+8,7	21,5+4,3	23,2+8,1	?

Das Zinn war englisches Kornzinn, das Antimon gereinigt. Die Zahlen für das Kupfer sind das Mittel aus vier Versuchen, für das Platin aus drei Versuchen, für das Zinn aus zwei Versuchen, für das Antimon wurde nur ein Versuch angestellt. Diese verschiedenen Wiederholungen desselben Versuchs für ein Metall geschahen abwechselnd mit denen, welche einem andern Metall zugehörten, theils in derselben, theils in erneuerten Flüs-

1) Ich habe in meinen Maafsbestimmungen angegeben, dafs der Uebergangswiderstand zu Anfange der Schliefsung gleich grofs sey für die positive und negative Platte. Ich habe nicht die geringste Ursache Mifstrauen in die damals erhaltenen Bestimmungen zu setzen; und es ist gewifs, dafs unter den dort stattfindenden Umständen ein anfänglicher Unterschied entweder nicht vorhanden oder für das Maafs verschwindend war; allein ich habe mich überzeugt, dafs unter abgeänderten Umständen in der That ein solcher Unterschied sehr bemerklich werden kann; wie diefs auch Munck gefunden hat. Es bleibt hinsichtlich des Uebergangswiderstandes noch manches zu untersuchen übrig, ehe seine Abhängigkeit von allen Umständen bestimmt angegeben werden kann.

Flüssigkeiten, und geben für jedes Metall sehr wenig von einander abweichende Werthe.

Vergleicht man diese verschiedenen Werthe mit einander, so sieht man wiederum, dafs dem Platin der kleinste, dem Kupfer der gröfste Werth zugehört. Beim Platin ist, wie bei allen drei Wiederholungen übereinstimmend gefunden wurde, und sich mithin auch im Mittel zeigt, schon die Summe des zweiten Hin- und Hergangs kleiner, als des ersten, dagegen beim Kupfer bei zwei Versuchen ganz derselbe Werth, bei einem dritten ein um einen Bruchtheil-Grad kleinerer, bei einem vierten ein, ein wenig gröfserer Werth für die Summe des zweiten Hin- und Hergangs, als für die des ersten gefunden wurde. Nun ist beim Zinn eben so wenig von dem ersten zum zweiten Hin- und Hergang eine Abnahme der Kraft bemerklich, als beim Kupfer, dessen ungeachtet aber die Kraft beträchtlich kleiner; es mufs also diese kleinere Kraft von einem anderen Umstande abhängen, als die anfängliche Wirkungsabnahme.

Bei einigen der vorigen Versuche, aus denen die Mittel mitgetheilt sind, habe ich auch die Abweichung 5 Minuten nach der Schliefsung gemessen. Sie betrug bei *Platin* (für die anfänglichen Ausweichungen 25+2,6; 21,5+5) nach 5 Min. noch 11,8 (als stehende Ablenkung) und die nachherige Ladung 20,5—11,5; 13,5—7,2; bei *Kupfer* (für die Anfangsausweichungen 30+6,5; 27+9,5) noch 17,2, und die nachherige Ladung 16,3—12,5; 11,5—7,5; 7,8; bei *Zinn* (für die Anfangsausweichungen 25,5+5,7; 23) noch 15,2, und die nachherige Ladung 13—10; 9,6—7; 7,1; so dafs also bei beiden letzten Metallen selbst nach 5 Min. noch keine Wirkungsabnahme bemerklich war; beim Zinn sogar eine scheinbare kleine Zunahme, die wahrscheinlich auf Rechnung von Irrthümern in Schätzung der Bruchtheile von Graden zuzuschreiben ist. Die Ladung war selbst bei Platin nicht sehr bedeutend, was der verhältnifsmäfsig

nur geringen Wirkungsabnahme, die hier stattgefunden, entspricht; bei Kupfer und Zinn war sie sehr gering, doch nicht ganz verschwindend. Sie würde nämlich, wenn wir die Abnahme der Ladung während der zu ihrer Messung dienenden zwei ersten Hingänge und des dazwischenfallenden Rückgangs vernachlässigen, bei Platin 2°,8; bei Zinn und Kupfer 0°,7 als stehende Ablenkung betragen; was beispielsweise für Platin so gefunden ist, dafs das Mittel aus 20,5 und 13,5 genommen wurde =17, und aus dieser Zahl und — 11,5 abermals das Mittel.

Die vorstehenden Versuche habe ich noch einmal mit Platin, Kupfer, Blei und Zinn und concentrirter Kochsalzlösung, anstatt dafs vorhin verdünnte angewandt wurde, wiederholt. Uebrigens war die Anordnung der Versuche dieselbe. Die abgeänderten Resultate, die durch die hiemit beträchtlich verstärkte Kraft in der Wirkungsabnahme und Ladung hervorgingen, scheinen mir erwähnenswerth.

Folgendes sind die Resultate:

Kupfer.	Platin.	Zinn.	Blei.
78,6 + 11,8	69,0 — 11,9	60,7 + 6,2	94 + 17,6
?	43,6 + 1,5	?	82,7 + 27,3.

Man sieht, wie beträchtlich hier bei Platin (im Mittel aus drei nahe übereinstimmenden Versuchen) schon während der ersten Hin- und Hergänge die Wirkungsabnahme ist, welchen auch eine entsprechend starke und schnell ausgebildete Ladung entspricht. In der That, als bei einem der drei Versuche die drei ersten Hin- und Rückgänge 69,5 — 13,5; 45 + 1; 33,3 — 8 beobachtet worden waren, wurde sofort die Ladung untersucht und gefunden: 76 — 37; 36 — 20,5; und bei einem andern dieser drei Versuche ebenfalls nach den ersten drei Hin- und Rückgängen: 76,7 — 37,5. Bei Kupfer (im Mittel aus zwei Versuchen) wurde in einem Versuche die Ladung nach den ersten fünf Hingängen und fünf Rückgän-

gen der Nadel (die nicht aufgezeichnet sind) untersucht und gefunden: 35—13,5; 13—0. Das Ergebnifs für das Blei ist das Mittel aus drei sehr nahe zusammenstimmenden Versuchen; für das Zinn ist blofs ein Versuch angestellt. Wirkungsabnahme und Ladung für diese Metalle wurden hier nicht weiter untersucht; doch geht aus sämmtlichen Versuchen beim Blei schon eine kleine Wirkungsabnahme von den ersten zu den folgenden Hin- und Hergängen hervor.

Ein practisches Resultat, was man aus vorstehenden Ergebnissen ziehen kann, dürfte dieses seyn, dafs Platin wegen der schwächsten Wirkung und schnellsten Wirkungsabnahme, die es gewährt, zu den Versuchen über Flüssigkeitsketten eigentlich am wenigsten zu empfehlen ist. Doch ist es mir leichter geworden die Homogenität beider Platten bei ihnen herzustellen, als bei andern Metallen; ungeachtet ich englisches Kornzinn, Freiberger Probirblei, und eine, als sehr rein angesehene Kupfersorte anwandte. Bei Kupfer fand ich indefs einige Platten (aus demselben Blech neben einander herausgeschnitten), die durch sorgfältige gleichförmige Reinigung vollkommen homogen wurden. Bei Zinn blieb, trotz gröfster Mühe und wiederholtester Reinigung, ein Ausschlag von 1° bis 1° ½ zu Gunsten einer Platte, wenn beide zuleitende Gefäfse durch ihre Röhre verbunden wurden; auch kehrte die Nadel nach den Versuchen, aus denen das Mittel angeführt ist, wieder auf denselben Ausschlag zurück, wenn die zuleitenden Gefäfse wieder durch ihre Röhre verbunden wurden, und die kleine Ladung verschwunden war. Blofs bei einem Versuche, wo sich eine ungewöhnliche Wirkungszunahme zu erkennen gab, fand sich, dafs während des Versuchs selbst die Platten ihr elektromotorisches Verhältnifs geändert hatten, und dafs nach dem Versuche eine gröfsere constante Ablenkung als vorher stattfand, ohne dafs die Flüssigkeit in den zuleitenden Gefäfsen Veränderung erlitten hatte.

Auch für Blei habe ich bei den verschiedenen Versuchen eine Abweichung von $\frac{1}{2}^{\circ}$ bis 1°, die sie für sich allein schon zu Wege brachten, nicht zu beseitigen vermocht. Diese kleinen Abweichungen sind im Obigen, je nach der Richtung des Ausschlags, in einfache Abrechnung oder Zurechnung gebracht; was allerdings nicht ganz genau seyn kann [1]), indefs bei der Geringfügigkeit derselben keine der Folgerungen abändern kann, zu denen die obigen Versuche Anlafs geben.

Auch Zink versuchte ich anzuwenden; aber ungeachtet ich Platten aus einer und derselben Masse destillirten Zinks dazu wählte und wiederholt ihre Oberflächen erneuerte, glückte es mir doch nie, einen Ausschlag von 5° bis 15°, den sie für sich allein schon zeigten, zu beseitigen, weshalb ich ausführliche Versuche damit bei Seite liefs. Doch wird man im Folgenden einige Versuche damit finden, welche zeigen, dafs man ebenfalls beträchtlich gröfsere Werthe damit erhält, als mit Platin.

32) *Einfluſs der Flächengröſse des in die zuleitenden Gefäſse eintauchenden Metalls.* Die Resultate der vorstehenden Versuche schienen mir sehr auffallend aus dem Grunde, weil bei dem grofsen Widerstande, welchen der Multiplicator darbot und welchen die dünnen Röhren mit Flüssigkeit in die Kette bringen mufsten, ein so grofser Einflufs des Uebergangswiderstandes der Metallplatten auf die Kraft der Kette kaum zu erwarten stand, obschon freilich die Kleinheit der angewandten Oberflächen diesem wieder günstig seyn mufste. Jedenfalls schien es mir nun nöthig, zu untersuchen, ob nicht die Verschiedenheit der Metalle doch vielmehr einen Ein-

1) Schon aus dem Grunde, weil diese Abweichungen, welche bei Schliefsung der Platten in den zuleitenden Gefäfsen für sich beobachtet wurden, an sich kleiner ausfallen mufsten, wenn die Schliefsung der Flüssigkeitskette erfolgte, und hiemit ein gröfserer Leitungswiderstand in die Kette trat.

flufs auf die elektromotorische Kraft als den Widerstand der Kette äufserte. Hierüber liefs sich auf folgende Weise in's Klare kommen. Wenn der Uebergangswiderstand der Metallplatten gegen den übrigen Widerstand der Kette verschwand, und die Aenderung der Kraft bei Aenderung der Metalle von geänderter elektromotorischer Kraft abhing, so konnte eine Vergröfserung der Oberfläche der Metalle nichts zur Wirkungsverstärkung beitragen. Trug sie aber wirklich etwas zur Wirkungsverstärkung bei, so war hiemit zugleich bewiesen, dafs der Uebergangswiderstand nicht verschwand, und dafs von der Verschiedenheit dieses Widerstandes bei verschiedenen Metallen der ganze Erfolg der obigen Versuche abhängig gemacht werden konnte. Der Erfolg der Versuche beweist ganz entschieden das Letztere.

Diese Versuche wurden auf folgende Weise angestellt. Es wurden zwei etwas hohe zuleitende Gefäfse angewandt, und in jedem derselben eine Bühne von Siegellack (Stücke einer Zoll dicken cylindrischen Stange, auf ihre Basis gestellt) errichtet und durch Anschmelzen befestigt. S. den Durchschnitt des Gefäfses mit der Bühne *b* in Taf. I Fig. 5. Es wurde nun Flüssigkeit bis *f* gegossen. Je nachdem nun die Platten (von 1 Zoll 2,5 Linien breit) auf die Bühne oder auf den Boden der Gefäfse gestellt wurden, tauchte eine Höhe derselben von 4,5 Lin. oder 18 Lin. ein. Statt Salpeterlösung ward hier Kochsalzlösung angewendet, und die dazwischen befafste Kette in den erregenden Gefäfsen bestand aus käuflicher Salpetersäure und Zinkvitriol. Nachdem ein constantes Niveau sämmtlicher Flüssigkeiten eingetreten war, wurden die Platten abwechselnd auf die Bühne und auf den Boden des Gefäfses gesetzt, und nachdem jedesmal die Ladung vom vorherigen Versuche verschwunden und die Homogenität der Platten verificirt war, die Kette wie gewöhnlich geschlossen und die Ausschläge (mit ei-

nigen Wiederholungen desselben Versuchs) bestimmt. Folgendes sind die Resultate mehrerer abwechselnden Versuche:

Platin oben 51,6 — 21,6 (Mittel von vier Versuchen)
unten 67,7 — 5 (Mittel von zwei Versuchen)
wieder oben 51,1 — 20,1 (Mittel von zwei Versuchen)
unten 67 — 8,8 (ein Versuch).

Es ist wesentlich, dafs die Platten, bevor man sie aus der unteren Lage in die obere bringt, abgetrocknet werden; denn wenn der Theil, der aus der Flüssigkeit herausragt, feucht bleibt, so vermehrt diefs die Wirkung beträchtlich. In der That erhielt ich den Werth 62 — 12 statt 51,1 — 20,1, als ich die Platten, ohne sie vorher getrocknet zu haben, von unten nach oben versetzte.

Auch diese Versuchsreihe habe ich noch einmal mit ähnlicher Aenderung und durchgängig erneuerten Flüssigkeiten wiederholt. Sämmtliche Werthe fielen etwas kleiner aus, als bei der vorigen Versuchsreihe, wahrscheinlich weil, wegen einer anfänglichen Verschiedenheit des Niveaus in Bezug zur vorigen Versuchsreihe, eine etwas gröfsere Mischung der Flüssigkeiten stattgefunden, bevor das constante Niveau eingetreten war, und die Versuche begonnen wurden. Zugleich wurde hier Zink verglichen. Folgendes sind die Resultate:

Platin oben 41,2 — 15,8 (Mittel aus drei Versuchen)
unten 58,5 — 6,3 (Mittel aus zwei Versuchen)
Zink oben 69,5 + 13 (ein Versuch).

Man sieht hier wiederum, wie beträchtlich gröfser der mit Zink, als der mit Platin unter gleichen Umständen erhaltene Werth ist. Den Werth für das Zink habe ich gewissermafsen nur ertappen müssen. Beide Zinkplatten liefsen sich angegebenermafsen nicht homogen machen. Nun bemerkte ich bei einigen der vielen Versuche, die ich anstellte, um durch wiederholte Erneuerung der Oberflächen diefs zu bewirken (wobei in der Regel immer neue Werthe eintreten), dafs die anfängli-

che Abweichung der Nadel, welche die Zinkplatten für sich hervorbrachten, wenn sie in den zuleitenden Gefäfsen durch deren Verbindungsröhre geschlossen standen, ganz langsam abnahm und allmälig durch die Ruhelage auf die entgegengesetzte Seite überging. Diesen Zeitpunkt, wo die Nadel in der Ruhelage stand, nahm ich wahr, um die Beobachtung anzustellen.

Noch zwei andere Maafse habe ich für das Zink bei seiner *unteren* Lage genommen, bei welcher eine constante Ablenkung durch Nichthomogenität der Platten einmal auf die eine, das andere Mal auf die andere Seite der Ruhelage stattfand. Da beide Ablenkungen nicht gleich waren, so läfst sich wieder kein ganz reines Resultat ziehen, doch geht so viel evident aus ihnen hervor, dafs der Werth bei der unteren Lage entweder gar nicht oder nur sehr wenig von dem bei der oberen Lage abweicht. Diefs beweist vollends, dafs die ganzen Ver-Veränderungen der Kraft, welche durch Veränderungen der Metalle entstehen, auf verändertem Uebergangswiderstande beruhen. Denn wenn die gröfsere Kraft bei Zink davon abhängt, dafs sein Uebergangswiderstand unter den Umständen des Versuchs sehr klein ist, vielleicht verschwindet, während er bei Platin beträchtlich ist, so kann durch Vergröfserung der Oberfläche des Zinks nichts gewonnen werden, wohl aber durch Vergröfserung der Oberfläche des Platins.

Da es mir endlich auffallend erschien, dafs nach den Versuchen des vorigen Paragraphen Zinn eine gröfsere Schwächung in Salpeterlösung bewirkte, als Kupfer, während man doch geneigt ist, den stärkeren Uebergangswiderstand bei den negativeren Metallen zu suchen, so habe ich noch einen Versuch der Art angestellt, dafs ich in den Kreis einer, durch einen kurzen Multiplicator geschlossenen, mit Kupfervitriollösung in Thätigkeit gesetzten, grofsplattigen Zink-Kupferkette, deren Kraft merklich constant war, einen Trog voll Salpeterlösung

mit kleinen Zwischenplatten einmal von Kupfer, das andere Mal von Zinn einschob, wo sich constant, bei öfter wiederholten abwechselnden Versuchen eine gröfsere Schwächung durch das Zinn, als das Kupfer (bei gleicher Oberfläche derselben) schon bei der Schliefsung der Kette ergab, wodurch unter einer andern Form bewiesen wird, dafs der Uebergangswiderstand des Zinns in Salpeterlösung gröfser, als der des Kupfers ist.

33) *Abwesenheit chemischer Wirksamkeit in Flüssigkeitsketten.* Ich versuchte, ob sich nicht durch eine blofse Flüssigkeitskette auch chemische Wirkungen hervorbringen liefsen, indem ich dazu die Kette von der stärksten Kraft, die ich je beobachtet habe, benutzte. Sie bestand in Kupfervitriol und Schwefelleber zwischen Kochsalz und Kupfer (1,2 Quadratzoll eintauchend). Der erste Hin- und Hergang betrug 151°,5 + 10°,8; und später hielt sich die Nadel zwischen 75° und 80°. Ich liefs nun, nachdem ich diese Kraft längere Zeit, als nicht merklich mehr abnehmend, beobachtet hatte, den Multiplicator aus der Kette, und verband dafür die zuleitenden Gefäfse voll Kochsalz durch eine Röhre voll Jodkalium (1 Th. in 6 Th. Wasser). Allein es zeigte sich nicht die geringste Ausscheidung in derselben.

Versuchsreihen über die Richtung und relative Stärke der Strömung in verschiedenen Flüssigkeitsketten.

34) Im Folgenden werde ich eine Anzahl Versuchsreihen folgen lassen, welche theils die Richtung, theils die relative Stärke der Strömung in verschiedenen Flüssigkeitsketten auf vergleichende Weise durch die Richtung und Gröfse des Ausschlags beim Hin- und Hergang der Nadel anzeigen. In Betreff der Beschaffenheit der Flüssigkeiten gilt das unter No. 8 Bemerkte. Ganz rein freilich sind diese Resultate nicht, weil eine kleine Vermischung der Flüssigkeiten aus den zuleitenden Gefäfsen mit der Flüssigkeit der sogenannten erregenden Ge-

fäfse nicht zu vermeiden war. Indefs wurde darauf gesehen, einerseits dafs diese Vermischung nur gering ausfallen konnte, andererseits, dafs bei den Versuchen, die zu derselben Versuchsreihe gehören, merklich gleiche Verhältnisse in diesem Bezuge obwalteten. Die Verbindungsröhre der erregenden Gefäfse ward immer unmittelbar erst mit Beginn der Messung eingesetzt. Dafs man übrigens wirklich bei Befolgung gehöriger Rücksichten der Art noch übereinstimmende Resultate erhält, lehren die (zu anderen Zeiten vorgenommenen) Wiederholungen derselben Versuchsreihen, die sich im Folgenden finden. Die Zahlen sind ihrem absoluten Werthe nach nur bei jeder Reihe unter sich vergleichbar, aufser wo die Vergleichbarkeit mit einer anderen Reihe besonders bemerkt ist. Verschiedenheiten in der eingetauchten Oberfläche der Platten, in der Kraft der Multiplicatornadel, und andere Umstände, die bei den zum Theil zu sehr verschiedenen Zeiten angestellten Versuchen nicht ganz gleich gehalten werden konnten, machen, dafs in der That keine durchgreifende Vergleichbarkeit der absoluten Zahlwerthe einer Reihe mit denen der anderen stattfindet. Wo die Temperatur nicht besonders bemerkt ist, hielt sie sich doch zwischen den unter No. 8 angegebenen Gränzen.

Das Metall in den zuleitenden Gefäfsen war bei allen Versuchen Platin. Von den beiden Flüssigkeiten, welche in der Unterschrift jeder Reihe angeführt sind, füllte die erste allemal die zuleitenden Gefäfse und die Verbindungsröhren 1 und 2; die zweite das erregende Gefäfs *A* und die Verbindungsröhre 3; mit diesen Flüssigkeiten wurden dann successiv die nachher folgenden Flüssigkeiten im Gefäfse *B* combinirt. Diese sind im Allgemeinen in zwei Abtheilungen gebracht. In den Combinationen mit den Flüssigkeiten der ersten Abtheilung geht die Strömung von der Flüssigkeit des Gefäfses *B* zur constanten Flüssigkeit des Gefäfses *A* und von da

zu der Flüssigkeit der zuleitenden Gefäfse (d. i. Ausschlag auf Seite der Flüssigkeit im Gefäfs *A*); in der zweiten Abtheilung findet die umgekehrte Richtung der Strömung statt. Bei mehreren Reihen kommt blofs eine beider Abtheilungen vor.

Die eingetauchte Oberfläche jeder Platinplatte betrug bei den folgenden Versuchen $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{6}$ Quadratzoll, blieb sich jedenfalls gleich bei den Versuchen derselben Reihe. Blofs bei den Versuchen der 12ten, 13ten, 14ten und 15ten Reihe betrug sie 1,2 Par. Quadratzoll.

35) *Erste Reihe.* Brunnenwasser, *Salpetersäure.* $10^{0}\frac{1}{2}$ C., nahe vergleichbar mit der 3ten und 5ten Reihe.

Erste Abtheilung. Kochsalz $23+\frac{1}{2}$. Salmiak $22+\frac{1}{4}$. Kali $21+1\frac{1}{4}$. Zinkvitriol $10\frac{1}{2}+0$. Kupfervitriol $7\frac{1}{2}+2$. Salpeter $8\frac{1}{3}+\frac{1}{3}$. Glaubersalz $7\frac{1}{2}-\frac{3}{4}$.

Zweite Reihe. Wiederholung der vorigen Reihe mit einigen anderen Flüssigkeiten; $10^{0}\frac{1}{2}$ C.

Erste Abtheilung. Kochsalz $22-1\frac{1}{3}$. Kali $21-1$. Chlorkalium $18-1\frac{1}{2}$. Schwefelleber $8+1$. Kohlensaures Ammoniak $10\frac{1}{4}-1\frac{1}{3}$. Kohlensaures Kali $9\frac{1}{2}-1\frac{1}{4}$. Zinkvitriol $8\frac{1}{3}+\frac{1}{3}$. Kalibicarbonat $7+0$. Eisenvitriol $7\frac{1}{4}-\frac{2}{3}$. Kupfervitriol $6\frac{3}{4}+0$. Glaubersalz $5\frac{3}{4}-1$.

Zweite Abtheilung. Schwefelsäure $3,5+\frac{3}{4}$.

Dritte Reihe. Brunnenwasser, *Schwefelsäure.* $10^{0}\frac{1}{2}$ C. Nahe vergleichbar mit der 1sten und 5ten Reihe.

Erste Abtheilung. Kochsalz $27\frac{1}{2}+0$. Salmiak $20+1$. Kupfervitriol $11\frac{1}{2}-\frac{1}{2}$. Salpeter $12\frac{1}{2}-1\frac{2}{3}$. Glaubersalz $9\frac{1}{2}-1$.

Vierte Reihe. Wiederholung der vorigen Reihe. 10^{0} C.

Erste Abtheilung. Kochsalz $22\frac{1}{2}+\frac{2}{3}$. Salmiak $18\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$, Kali $19\frac{1}{2}-2\frac{1}{2}$. Kohlensaures Kali $9\frac{1}{2}-\frac{1}{3}$. Kupfervitriol $6\frac{3}{4}+\frac{1}{2}$. Kohlensaures Ammoniak $6\frac{1}{4}+1\frac{1}{4}$. Eisenvitriol $7\frac{1}{3}$. Glaubersalz $4\frac{1}{2}+\frac{1}{4}$.

Fünfte Reihe. Brunnenwasser, *Salzsäure.* $10^{0}\frac{1}{2}$ C. Nahe vergleichbar mit der 1sten und 3ten Reihe.

Erste Abtheilung. Kochsalz $14\frac{1}{2}+2$. Salmiak 13

+1. Kali $11\frac{1}{3}+1$. Salpeter $11+0$. Zinkvitriol $6\frac{1}{4}+1\frac{1}{4}$. Kupfervitriol $7\frac{1}{3}+0$. Kohlensaures Ammoniak $6+1$. Glaubersalz $4+1\frac{1}{2}$.

Zweite Abtheilung. Schwefelsäure.

36) Bevor ich zu den übrigen Reihen übergehe, mögen über die vorstehenden einige Bemerkungen folgen. Beis ämmtlichen Reihen sieht man, dafs die Auflösungen in derselben Ordnung stehen; indem Kochsalz und demnächst Salmiak, überhaupt die salzsauren Salze mit den Säuren und Brunnenwasser die stärkste, die schwefelsauren Salze dagegen die schwächste Wirkung geben, während die kohlensauren Salze zwischen ihnen stehen. Kali selbst giebt schwächere Wirkung als Kochsalz. Vielleicht indefs würde es stärkere Wirkung gegeben haben, wenn es in weniger als dem dreifachen Gewicht Wasser aufgelöst gewesen, was ich nicht untersucht habe.

37) *Sechste Reihe.* Brunnenwasser, *schwefelsaures Kali.*

Erste Abtheilung. Kochsalz $7\frac{1}{2}-\frac{3}{4}$. Chlorkalium $4\frac{1}{2}+\frac{1}{3}$. Salmiak $4\frac{3}{4}-\frac{1}{4}$. Salpeter $3+0$. Zinkvitriol $3\frac{3}{4}-\frac{3}{4}$. Kupfervitriol $3\frac{1}{2}-\frac{2}{3}$. Alaun fast unmerklich.

Siebente Reihe. Brunnenwasser, *Glaubersalz.*

Erste Abtheilung. Kochsalz $4\frac{3}{4}-0$. Salmiak $2\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$. Kupfervitriol $2-0$.

Zweite Abtheilung. Verdünnte Salzsäure [1]) $4\frac{1}{3}+\frac{1}{3}$.

Achte Reihe. Brunnenwasser, *Salmiak.*

Erste Abtheilung. Kochsalz $3\frac{3}{4}-0$. Chlorkalium 0.

Zweite Abtheilung. Salpeter $1-0$. Glaubersalz $2\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$. Schwefelsaures Kali $4\frac{3}{4}-\frac{1}{4}$. Kohlensaures Kali $6\frac{1}{3}+\frac{1}{2}$.

Neunte Reihe. Brunnenwasser, *Kupfervitriol.*

Erste Abtheilung. Kochsalz $2\frac{1}{2}-0$. Zinkvitriol 0. Eisenvitriol 0.

1) Die verdünnte Salzsäure in dieser, so wie in der 9ten und 10ten Reihe war rectificirte Salzsäure von 1,140 mit 4 Vol. Wasser verdünnt.

Zweite Abtheilung. Alaun $1\frac{1}{4}+\frac{1}{4}$. Schwefelsaures Kali $3\frac{1}{2}-\frac{2}{3}$. Verdünnte Salzsäure $4\frac{1}{2}-\frac{1}{2}$.

Zehnte Reihe. Brunnenwasser, *Kochsalz* (ohne erste Abtheilung).

Zweite Abtheilung. Kupfervitriol $2\frac{1}{2}-0$. Salmiak $3\frac{3}{4}-0$. Glaubersalz $4\frac{3}{4}-0$. Schwefelsaures Kali $7\frac{1}{2}-\frac{2}{3}$. Verdünnte Salzsäure $15+\frac{1}{2}$. Salpetersäure $20\frac{1}{2}$.

Elfte Reihe. Wiederholung der 10ten Reihe zu anderer Zeit mit mehreren Flüssigkeiten.

Zweite Abtheilung. Kupfervitriol $4-1$. Eisenvitriol $4-1$. Salmiak $4\frac{3}{4}-\frac{1}{2}$. Salpeter $5-\frac{2}{3}$. Chlorkalium $4\frac{3}{4}+\frac{1}{2}$. Glaubersalz $6\frac{1}{2}-\frac{1}{2}$. Kohlensaures Ammoniak $9\frac{1}{2}-2\frac{3}{4}$. Kohlensaures Natron $8\frac{3}{4}-1\frac{1}{2}$. Schwefelsaures Kali $8\frac{1}{2}+0$. Zinnchlorür $10-1\frac{1}{2}$. Kalicarbonat $11-1\frac{1}{2}$. Kohlensaures Kali $12\frac{1}{4}-1\frac{1}{2}$.

38) Ueber die sechste bis elfte Reihe mögen wieder einige Bemerkungen folgen. Die sechste bis zehnte Reihe sind unter denselben Umständen angestellt, und daher mit einander vergleichbar, auch finden sich die Bestimmungen, die in je zwei dieser Reihen gehören, aus einer in die andere übergetragen. Die Reihefolge der Flüssigkeiten hinsichtlich der Stärke der Wirkung stimmt wiederum für die verschiedenen Reihen sehr wohl überein; vergleicht man sie aber mit der Reihenfolge, welche für die Combination mit Säuren in der ersten bis fünften Reihe stattfand, so finden sich einige sehr auffallende Abweichungen. Man vergleiche z. B. die Stelle des Kupfervitriols, Eisenvitriols und kohlensauren Kalis in der achten, zehnten und elften Reihe mit ihrer Stelle in jenen ersten Reihen.

Um dieser veränderten Stellung ganz sicher zu seyn combinirte ich noch einmal zu einer andern Zeit mit Brunnenwasser und Kochsalz folgende Flüssigkeiten mit folgenden vergleichbaren Ergebnissen:

Kohlensaures Kali $11\frac{1}{3}+\frac{1}{3}$. Salmiak $4-0$. Kupfervitriol $4-2$.

Zwölfte Reihe. Kochsalz, *Glaubersalz.* 11° C.

Erste Abtheilung. Käufliche Salpetersäure 63,5—7,2. Schwefelleber 15,5—5. Concentrirte Blutlauge 6,5—4,9. Salpeter 3,9—2,5. Kupfervitriol 2,1—0,7.

Zweite Abtheilung. Kali 15,5—1,7. Brunnenwasser 27,8—10,1.

Dreizehnte Reihe. Salpetersäure, *Salpeter.* 10° ½ C.

Erste Abtheilung. Brunnenwasser 94,7+5,8 Glaubersalz 59,3+15. Schwefelsäure mit 8 Vol. Wasser verdünnt 51,5+18,8. Unverdünnte Schwefelsäure 8,7+3.

Zweite Abtheilung. Schwefelleber 27,5+2,5. Kali 47,7+18,5. Kochsalz 100,5+21,3.

39) *Vierzehnte Reihe.* Salpeter, *Kali.*

Erste Abtheilung. Brunnenwasser 34,4—14,7 Glaubersalz 23—4,1. Kochsalz 0.

Zweite Abtheilung. Käufliche Salpetersäure 33,1+3,5.

Funfzehnte Reihe. Salpeter, *Kupfervitriol.*

Erste Abtheilung. Concentrirte Blutlauge 27,3—5. Käufliche Salpetersäure 12,7+1,5. Concentrirter Galläpfelaufgufs 0. Kali 0.

Zweite Abtheilung. Schwefelleber 132,5—42,5.

Die 12te, 13te, 14te und 15te Reihe sind wiederum unter denselben Umständen angestellt, mithin merklich vergleichbar. Bemerkenswerth sind die starken, bis über 100° gehenden Ausschläge, welche in der 13ten und 15ten Reihe vorkommen. Die Ketten, denen diese Ausschläge zugehören, werden sich daher besonders für Collegienversuche empfehlen.

40) Ich lasse jetzt noch einige Reihen folgen, in denen blofs die Richtung der Strömung ohne die relative Stärke derselben beachtet ist. Die Richtung des oben stehenden Pfeils zeigt die Richtung der Strömung in sämmtlichen darunter stehenden Ketten an.

Sechszehnte Reihe. Kochsalz mit folgenden Flüssigkeiten:

→	
Käufl. Salpetersäure.	Zinkvitriol.
- -	Salpeter.
- -	Glaubersalz.
- -	Schwefels. Kali.
- -	Kali.
Salzsäure.	Kali.
Glaubersalz.	Kali.
Kali.	Salpeter.

→	
Glaubersalz.	Brunnenwasser.
Kohlens. Ammoniak.	Glaubersalz.
Kohlens. Kali.	Glaubersalz.
Schwefelsäure.	-
Schwefelleber.	-
-	Zinkvitriol.
Kupfervitriol.	Schwefelleber.
Kali.	Schwefelleber.

Es kann auffallend scheinen, dafs Zinkvitriol mit Schwefelleber die entgegengesetzte Strömung giebt, als Kupfervitriol und Schwefelleber. Doch bestätigte sich diefs bei wiederholten Versuchen. Auch findet dasselbe entgegengesetzte Verhalten bei Combination mit Salmiak oder Brunnenwasser statt.

Siebzehnte Reihe. Salpeter mit folgenden Flüssigkeiten:

→	
Kochsalz.	Käufl. Salpetersäure.
-	Rect. Salpetersäure.
-	Zinkvitriol.
Salpetersäure.	Schwefelsäure.
-	Verd. Schwefelsäure [1]).
-	Brunnenwasser.
Verdünnte Schwefelsäure.	Kali.
Käufl. Salpetersäure.	Conc. Galläpfelauszug.

→	
Glaubersalz.	Kali.
Brunnenwasser.	Kali.
Kali.	Salpetersäure.
-	Schwefelleber.
-	Kochsalz.
Glaubersalz.	Salpetersäure.
Schwefelleber.	Salpetersäure.
Bleizucker.	Schwefelleber.
Salpetersaures Silber [2]).	Schwefelleber.

1) Die gewöhnlich angewandte rectificirte Schwefelsäure von 1,580 mit 8 Vol. Wasser verdünnt.

2) 1 Th. in 12 Th. Wasser.

Achtzehnte Reihe.

Käufliche Salpetersäure. Zinkvitriol. Salpeter.
Rectificirte Salpetersäure. Brunnenwasser. Kali.
Schwefelsäure. Glaubersalz. Kohlensaures Kali.
- Brunnenwasser. Kupfervitriol.
Salzsäure. Kohlensaures Ammoniak. Salmiak.
Salmiak. Blutlauge. Kupfervitriol.
- Kupfervitriol. Schwefelleber.
- Schwefelleber. Zinkvitriol.
- - Brunnenwasser.
- Kohlens. Ammoniak. Kupfervitriol (schwach).
Schwefelleber. Brunnenwasser. Kupfervitriol.
- Zinkvitriol. Brunnenwasser (sehr schw.).

41) Unter den Versuchen der vorigen Reihen kommt destillirtes Wasser nicht vor, dessen Anwendung doch vorzugsweise interessant oder wichtig schien. Ich versuchte solches (oder vielmehr Schneewasser) anzuwenden, indem ich anfangs die zuleitenden Gefäfse und die Verbindungsröhren 1 und 2 damit füllte; allein ich konnte, unstreitig wegen des zu grofsen Leitungswiderstandes, der dadurch in die Kette trat, bei Auwendung verschiedener, sonst sehr wirksamer Combinationen keinen bemerklichen Ausschlag mehr erhalten. Um den Leitungswiderstand zu mindern, füllte ich daher Kochsalz in die zuleitenden Gefäfse und die Röhren 1 und 2, und liefs Kupferplatten (1,2 Quadratzoll) eintauchen. Das Schneewasser wurde in eins der erregenden Gefäfse gefüllt, und das andere erregende Gefäfs nebst der Röhre 3 mit der damit zu combinirenden Flüssigkeit. In der That erhielt ich jetzt, bei Anwendung von Schwefelsäure, einen Ausschlag 4+0, bei Anwendung von Salzsäure einen Ausschlag von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Grad. Aber weder mit Salpeter, noch Glaubersalz, noch Brunnenwasser konnten entschiedene Ausschläge erhalteu werden.

42) Durch die vorstehenden Versuche ist jedenfalls das Verhalten einer elektrischen Strömung in Flüssigkeitsketten zur Genüge erwiesen, und hiemit die Elektricitätsentwicklung durch Berührung der Flüssigkeiten unter einander. Im Verhältnifs zu der, durch metallische Elektromotore bei gleichem Leitungswiderstande zu erhaltenden Wirkungen sind jedoch die Wirkungen der blofsen Flüssigkeitsketten sehr schwach, und blofs die grofse Empfindlichkeit des angewandten Multiplicators gestattete in manchen Fällen beträchtliche Ablenkungen zu erhalten. Es entscheidet inzwischen diese Schwäche der Strömungswirkungen nichts darüber, ob die Elektricitätserregung durch Berührung der Flüssigkeiten an sich schwächer sey, als durch Berührung von festen Leitern; denn wollte man von jener Schwäche einen Maafsstab entnehmen, so müfste man sogar auf eine gröfsere Stärke der Berührungselektricität von Flüssigkeiten, als von festen Leitern schliefsen, da ja bekanntlich mit Ketten aus lauter festen Leitern vermöge des für sie geltenden bekannten Gesetzes der galvanischen Spannungsröhre sich *gar keine* Strömungswirkungen erhalten lassen, während hier doch immer einige Wirkung erhalten wurde. Sowohl die Schwäche, als das Statthaben der elektrischen Strömung in Flüssigkeitsketten erklären sich genügend, wenn man annimmt, *entweder:* dafs die Flüssigkeiten zwar vom Gesetz der galvanischen Spannungsreihe abweichen, aber nur wenig; *oder:* dafs sie zwar an sich diesem Gesetze gleich den festen Leitern unterthan sind, dafs aber secundäre Erfolge aus ihrer Berührung hervorgehen, welche die Strömung einleiten, auf ähnliche Weise, als ich diefs (in dies. Annal. Bd. XXXXIV S. 40 ff.) für Ketten aus flüssigen und festen Leitern darzustellen versucht habe. Welches das Richtige sey, bleibt für jetzt noch ganz unentschieden.

43) Es bleibt sogar auch noch unentschieden, ob sich

sich überhaupt Ketten blofs aus zwei flüssigen Leitern mit einem festen bilden lassen, in welchen die Elektricitätsentwicklung durch Berührung der flüssigen Körper irgend Antheil an der Wirkung hat. Alle oben geprüften Ketten enthielten drei Flüssigkeiten, und die dritte war hiebei stets nöthig, die Homogenität der Metalle zu sichern. Will man blofs zwei Flüssigkeiten anwenden, in die man die homogenen Metalle unmittelbar eintauchen läfst, so wird es selbst bei Anwendung von Platin zwar kaum irgend eine Combination geben, welche nicht an einem empfindlichen Multiplicator einen constanten Ausschlag nach einer gewissen Richtung hervorbrächte; allein die vorigen Versuche haben gezeigt, wie wenig man berechtigt ist, die hiebei auftretende Strömung auf Rechnung der Flüssigkeitsketten zu schreiben. Sollte übrigens nach jenen Versuchen noch ein Zweifel hierüber obwalten, so dürfte er vollends durch die folgenden gehoben werden.

44) Wenn man (Fig. 6 Taf. I) ein Gefäfs mit Kochsalz, ein anderes mit Kali füllt, und beide einerseits durch eine Röhre mit Salpetersäure, andererseits mittelst homogener Platinplatten, die in sie gestellt werden und durch den Multiplicator mit einander in Verbindung stehen, communiciren läfst, so hat man, wenn man blofs die Berührung der Flüssigkeiten in Betracht zieht, eine Kette von der Ordnung: Kochsalz, Salpetersäure, Kali, in welcher der Strom nach der 16ten Versuchsreihe in derselben Ordnung verläuft, in der die Flüssigkeiten aufgeführt sind, und welche durch die Richtung der Pfeile in der Figur angedeutet ist. Durch Wechsel der Flüssigkeit in der Verbindungsröhre müfste sich nach Anleitung der mitgetheilten Versuchsreihen diese Strömungsrichtung verschiedentlich umkehren lassen, wenn die Wirkung der Flüssigkeitskette überhaupt hiebei in Betracht käme. Allein nicht nur findet eine sehr starke Strömung gerade nach der entgegengesetzten Richtung, als der be-

zeichneten statt, sondern man mag auch die Salpetersäure der Zwischenröhre vertauschen mit welcher Flüssigkeit man immer will, stets behält der Strom diese entgegengesetzte Richtung. In der That habe ich der Salpetersäure successiv destillirtes Wasser, Brunnenwasser, Kochsalz, Salpeter, Glaubersalz, Zinkvitriol, Kupfervitriol, Kali, Schwefelsäure, Schwefelleber substituirt, und immer behielt der Strom dieselbe Richtung und eine beträchtliche Stärke, wo nicht etwa, wie namentlich beim destillirten Wasser, ein grofser Leitungswiderstand in die Kette trat.

Noch zwei andere Versuchsreihen habe ich angestellt, welche zu demselben Ergebnisse führen. In der einen waren die beiden Gefäfse, in welche die homogenen Platinplatten tauchten, respectiv mit Salpetersäure und Brunnenwasser, in der andern, wo Kupferplatten statt Platinplatten angewandt wurden, mit Schwefelleber und Brunnenwasser angefüllt, und wiederum wurden successiv alle oben genannten Flüssigkeiten in der Verbindungsröhre angewandt, ohne eine Umkehrung beobachten zu können.

45) Versuche mit dem Condensator führen zu ähnlichen Ergebnissen: Es wurde Platin in Kali gestellt und das vorragende Ende des Platins an einem messingenen Condensator mittelst eines, mit destillirtem Wasser genetzten Zwischenblättchens entladen, während auch die andere Platte des Condensators durch Zwischenwirkung eines solchen Blättchens mit dem Boden communicirte. Das Kali ward auch mit dem Boden durch ein feuchtes Blättchen in Verbindung gesetzt. Mit welcher der oben genannten Flüssigkeiten nun auch letzteres Blättchen (das ich mit dem Finger berührte) genetzt seyn mochte, stets empfing der Condensator negative Elektricität, und wiederum konnte in der Stärke der Ausschläge (die allerdings ein *genaues* Maafs nicht gestatteten) ein *auffallen-*

der Unterschied nach Beschaffenheit der Flüssigkeiten nicht wahrgenommen werden.

In einem anderen Falle ward das Platin in Schwefelleber, in noch einem anderen in Salpetersäure gestellt, und wiederum successiv die Verbindung der Flüssigkeit mit dem Erdboden durch einen (mit dem Finger berührten) feuchten Streifen bewerkstelligt. Wie vorhin schien es gleichgültig, mit welcher der oben genannten Flüssigkeiten der Streifen genetzt war; weder die Richtung, noch, *wie es schien*, die Stärke der Ausschläge änderte sich dadurch, obwohl ich nicht behaupte, dafs nicht durch ein genaues Maafs ein Unterschied in letzterer hätte wahrnehmbar werden können.

46) *Auffallende* Beziehungen der Stärke und Richtung der Strömung in Flüssigkeitsketten zu den chemischen Verhältnissen der Flüssigkeiten gehen aus dem in den vorigen Abschnitten mitgetheilten Versuchen kaum hervor. Es scheint, dafs eine chemische Wirkung der Flüssigkeiten auf einander zur Entwicklung der Strömung nicht wesentlich ist. Denn es kommen genug Ketten im Vorigen vor, zwischen deren Flüssigkeiten, nach unseren jetzigen Voraussetzungen, eine solche nicht stattfindet. Ob aber nicht der geringen Strömungswirkung, die man hiebei beobachtet, und die zwar für meinen Multiplicator durchaus constant ist, aber für weniger empfindliche verschwinden dürfte, auch eine geringe chemische oder dieser ähnliche Wirkung entspricht, die man bis jetzt nicht hat in Betracht zu ziehen vermocht, mufs ich dahin gestellt seyn lassen. Ich selbst neige dahin, es zu glauben; denn nach der früher in diesen Annalen, Bd. XXXXIV S. 37, erörterten Ansicht, würde die Strömungswirkung, ob zwar von Contact-Elektricität ursprünglich abhängig, doch nicht ohne chemische oder eine dieser ähnlichen Wirkung stattfinden können. Inzwischen ist diese Ansicht selbst nur eine Hypothese.

47) Ob auch *durch Berührung von Flüssigkeiten mit Metallen* Elektricität entstehe, wird sich wohl vermuthungsweise bejahen lassen. Allein die Bejahung dieser Frage setzt noch nicht voraus, dafs durch solche Entwicklung irgend etwas zur Strömung in galvanischen Ketten beigetragen werde. Dazu würde wiederum nöthig seyn, dafs die Flüssigkeiten in Bezug zu den Metallen von dem Gesetz der galvanischen Spannungreihe abweichen. So wenig ich daher jene Elektricitätsentwicklung durch Contact von Flüssigkeiten und Metallen bezweifle, so zweifelhaft erscheint es mir immer noch, ob man diese Elektricität als direct zur Strömung beitragend ansehen könne. Kein Versuch mit geschlossener Kette hat bis jetzt darüber entschieden, weil bei allen diesen Versuchen nicht untersucht worden ist, wie viel bei dem beobachteten Erfolge auf Rechnung von materiellen Veränderungen der metallischen Oberflächen, welche mit der Flüssigkeit in Berührung sind, zu schreiben ist, in sehr vielen Fällen gewifs, ja nachweisbar das Meiste, möglicherweise sogar Alles.

48) Auch Versuche mit dem Condensator entscheiden nichts. Gewöhnlich stellt man diese Versuche so an, dafs man ein Metall in eine Flüssigkeit stellt, die man durch einen, mit destillirtem Wasser genetzten, Streifen oder direct mittelst Fingers mit dem Boden communiciren läfst, während man das aus der Flüssigkeit vorragende Ende des Metalls am Condensator entladet. Dieses soll nun die Elektricität an derselben abgeben, die es durch Berührung mit der Flüssigkeit annimmt.

Wie leicht zu erachten, kann zuvörderst dieser Schlufs blofs in sofern gültig seyn, als man von der Elektricität dabei abstrahiren kann, welche das destillirte Wasser des Streifens mit der betreffenden Flüssigkeit erregt, ferner von der, welche die Flüssigkeiten des menschlichen Körpers (wenn der Streifen mit dem Finger berührt wird) mit dem destillirten Wasser erregen, und

welche die Feuchtigkeit des Erdbodens mit den Flüssigkeiten des menschlichen Körpers erregt. Alle diese Elektricitäten müssen verschwinden gegen die, welche durch Berührung des Metalls mit der ihm nächsten Flüssigkeit entsteht. Theoretisch freilich liegt keine Berechtigung vor zu dieser Annahme. Indefs zeigen die oben mitgetheilten Erfahrungen, dafs in der That die Sache sich so verhält, als wenn hier, wie in geschlossenen Ketten, immer nur das Verhältnifs des Metalls zu der ihm nächsten Flüssigkeit in Betracht käme.

Allein es bleibt nun wiederum gänzlich unentschieden, wie viel dabei auf Rechnung der Veränderungen zu schreiben ist, welche die Flüssigkeit am Metall hervorbringt, Veränderungen, die in so vielen Fällen nachweisbar sind, dafs man sie in andern durch Analogie vermuthen darf. Stellt man ein Metall in eine Flüssigkeit, so wird in Wahrheit ein Plattenpaar daraus.

Mufs man nun solche Veränderungen im Allgemeinen zugeben, so kann man die Elektricitätsentwicklung der Metalle durch Berührung mit Flüssigkeiten mittelst des Condensators nicht eher für entschieden halten, als bis man den Einflufs jener Veränderungen von den beobachteten Erfolgen hat abzuziehen vermocht, wozu sich bis jetzt noch kein sicherer Weg darbietet. Bis dahin liegt gar keine nothwendige Forderung in den Versuchen vor, das elektromotorische Verhältnifs der Flüssigkeiten zu den Metallen überhaupt in Betracht zu ziehen: man kann Alles, was darauf deuten möchte, auch von materiellen Veränderungen der Metalle abhängig machen und die Flüssigkeiten schlechthin als Leiter betrachten.

49) In der That scheint mir diese alte Darstellungsweise der Erscheinungen zwar nicht genügend, aber doch bei unserem Mangel an Klarheit in diesen ganzen Verhältnissen, die man besser thut zu gestehen, als durch willkürliche Voraussetzungen für gehoben zu halten, vorläufig immer noch die angemessenste, und ich pflege ihr

zu folgen, ohne sie allerwege als gesichert zu halten. Sie nöthigt wenigstens nicht, auf die verwickelte Erörterung der Abweichungen vom Gesetze der galvanischen Spannungsreihe zwischen festen und flüssigen Körpern einzugehen, welche vorausgehen mufs, wenn man die wirksame Strömung in Combinationen von festen und flüssigen Leitern überhaupt und die sonderbaren Veränderungen derselben bei so vielen Umkehrungsphänomenen erklären will. Sie stützt sich ferner auf viele *nachweisbare* bleibende Veränderungen, z. B. des Eisens in salpetersaurer Silberlösung, des Platins in Salpetersäure, des Kupfers in Schwefelleberlösung, welche auch nach Herausziehen aus der Flüssigkeit und Abtrocknen noch sich geltend machen, und so viele sichtbare Ueberzüge, die man in geschlossenen Ketten oft lose, andere Male fest an den Metallen haften sieht. Aber sie vermag freilich nicht zu erklären, welcher Natur in den meisten Fällen diese Veränderungen sind, worauf ihre Entstehung beruht, und sie mufs zugeben, dafs sie oft so lose an den Metallen haften, dafs sie schon durch Abspülen der Metalle in der Flüssigkeit, worin sie stehen, grofsentheils entfernt werden können. Diefs sind die Schattenseiten dieser Ansicht. Der letzte Umstand namentlich scheint viel leichter erklärlich durch die Annahme der sogenannten Gegenspannungen.

50) Die Ansicht, die ich über diese Gegenstände für die wahrscheinlichste halte, ist die: *a*) dafs die Flüssigkeiten unter einander und mit den Metallen eben so gut elektromotorisch wirken, als die Metalle unter einander, und unter demselben Gesetz der galvanischen Spannungsreihe stehen; *b*) dafs daher, wenn man blofs den nächsten Erfolg der Berührung in Betracht ziehen wollte, keine Strömung in Ketten aus Flüssigkeiten und Metallen, sondern blofs ein Gleichgewichtszustand (wie, wenn die Flüssigkeit Quecksilber ist) entstehen würde, und bei Versuchen mit dem Condensator nicht das Ver-

hältnifs des Metalls zu der ihm nächsten, sondern zur entferntesten Flüssigkeit in Betracht kommen würde; *c*) dafs aber durch die entgegengesetzte Elektricität, welche an den Berührungsoberflächen entsteht, secundäre Effecte (chemische oder ähnliche Wirkungen) zwischen den Metallen und den zusammengesetzten Flüssigkeiten hervorgehen, welche jenen Gleichgewichtszustand aufheben und die Abänderung des Erfolgs am Condensator bewirken; *d*) dafs der zusammengesetzte Erfolg dieser secundären Effecte im Allgemeinen ein solcher ist, dafs für die Versuche am Condensator und die Strömungswirkungen in geschlossenen Ketten dasselbe Resultat herauskommt, *als wenn* die Flüssigkeiten mit Vernachlässigung ihrer elektromotorischen Wirkung blofs Leiter wären und alles von der elektromotorischen Wirkung der Metalle unter einander abhinge, so dafs man, wo es sich nicht darum handelt, auf den letzten Grund der Erscheinungen zurückzugehen, bei dieser Darstellungsweise stehen bleiben kann. Die Art, wie ich mir die Verknüpfung dieser Umstände in geschlossenen Ketten als möglich vorstelle, habe ich in diesen Annalen, Bd. XXXXIV S. 40, angegeben, ohne ihr inzwischen mehr Werth beilegen zu wollen, als Hypothesen zukommen kann.

51) Indefs kann ich doch nicht umhin, hier auf einige neuere Erfahrungen Anderer aufmerksam zu machen, welche der Grundansicht, die ich dort auseinandergesetzt habe, dafs nämlich in zusammengesetzten Körpern die heterogenen Theilchen entgegengesetzt elektrisch sind durch ihre Berührungsnähe, wie Zink und Kupfer, sehr zu Statten kommen. Nach dieser Ansicht werden die Theilchen eines zusammengesetzten Körpers, wenn sie einige Beweglichkeit besitzen, ihre positiven Partikeln nach der einen, ihre negativen Partikeln nach der andern Seite kehren, wenn sie zwischen zwei entgegengesetzt elektrische Pole gebracht, oder nur einem dargeboten werden. Einen solchen Zustand nun sehen wir bei den merkwür-

digen Versuchen Munck's, in diesen Annal. Bd. XXXXIII S. 217, in einer Schwefelantimonstange fixirt, die sich nach der Elektrisirung genau wie ein erwärmter Turmalin verhält, wovon ich selbst Gelegenheit gehabt mich an einer Stange zu überzeugen, die Hr. Munck mir mitzutheilen die Güte hatte; desgleichen in mehreren anderen festen Körpern, und S. 452 in einer mit Chlorzinkauflösung genäfsten und wieder getrockneten Scheibe, die als Glied einer galvanischen Kette gedient hatte. Die neuesten Versuche Schönbein's über die elektrische Polarisirung flüssiger Leiter (diese Annal. Bd. XXXXVI S. 109) sind, scheint mir, aus einem ähnlichen Gesichtspunkt zu betrachten.

52) Ich selbst habe früher, in Biot's Lehrbuch, Bd. III S. 454, einen Versuch angeführt, welcher, wenn er richtig wäre, die Elektricitätsentwicklung durch Berührung von Flüssigkeiten mit Metallen direct beweisen würde. Indefs erinnere ich mich wohl, dafs er in einer früheren Zeit angestellt war, wo ich das Erfordernifs noch nicht gehörig kannte, bei jedem Versuche, der eine Homogenität von metallischen Oberflächen voraussetzt, diese erst durch eine Controle zu prüfen, und keiner Reinigungsmethode und Gleichartigkeit der Herkunft der Metalle vollkommen zu trauen. Ich habe daher diese Versuche, denen es an einer solchen Controle mangelte, nicht mehr für genügend halten können und einer Wiederholung unterworfen. In der That hat sich dabei ergeben, dafs die früher beobachteten Erfolge blofs von nicht hinreichender Homogenität der metallischen Oberflächen herrührten.

Da der Versuch selbst nicht ohne Erheblichkeit für die Theorie ist, so will ich hier das Nähere darüber anführen.

Ich habe in Biot's Lehrbuch angegeben, dafs, wenn man eine Säulen-Combination in nachstehender Folge (mit überall gleichartigem feuchten Leiter) bildet:

Kupfer oder Platin.
Feuchte Scheibe.
Kupfer.
Feuchte Scheibe.
Zink.
Feuchte Scheibe.
Kupfer oder Platin,

worin die äufsersten Kupfer- oder Platin-Platten durch den Multiplicator in Verbindung stehen, so finde eine Strömung innerhalb der Glieder dieser Säule von oben nach unten statt, ungeachtet sich nirgends zwei ungleichartige feste Leiter berühren, und jedes Metall auf beiden Seiten von derselben Flüssigkeit berührt wird, so dafs eine etwaige Aenderung der metallischen Oberflächen durch sie nicht in Betracht kommt. Da sich bei wiederholten Versuchen dieselbe Richtung der Strömung zeigte, so hielt ich die Versuche für beweisend.

Er setzt inzwischen voraus, dafs die beiden Gegenflächen jeder Platte vollkommen homogen waren, uud ich hatte, aufser einer gleichmäfsigen Reinigung, kein Mittel angewandt, mich hievon zu überzeugen. Ich habe daher den Versuch auf folgende Weise wiederholt: drei Glasgefäfse (Fig. 7 Taf. I) wurden neben einander gestellt, und in jede zwei Platten, theils Kupfer, theils Zink, wie die beigefügten Buchstaben andeuten. Statt der äufsersten Kupferplatten *kk* wurden andere Male zwei Platinplatten angewandt. Die Verbindung der Platten durch Drähte und den Multiplicator *L* ist durch die Figur zur Genüge angedeutet. Alle Gefäfse wurden mit derselben Flüssigkeit gefüllt, einmal, wo die äufsersten Platten, wie in der Figur, von Kupfer waren, mit salzsaurem Brunnenwasser, ein anderes Mal, wo sie von Platin waren, mit Wasser, das etwas Salzsäure und Salpetersäure enthielt, ein drittes Mal, wo sie ebenfalls Platin waren, mit Salmiaklösung. Trotz der allersorgfältigsten und wiederholt angestellten Reinigung, und trotz dem, dafs das

Zink destillirt, das Platin und Kupfer jedes von demselben Bleche war, konnte ich es doch nicht dahin bringen, dafs der Multiplicator gar keinen Ausschlag gezeigt hätte, ja er war einige Male stark genug, um einen neuen Irrthum möglich zu machen, wenn nicht die folgenden Controlen angestellt worden wären.

Es wurden beispielsweise die Kupferplatten in den Gefäfsen 1 und 3, ohne sie nach dem Herausziehen abzuwischen, mit einander ihrer Stelle nach verwechselt. Wenn mangelnde Homogenität derselben Ursach der Strömung war, so mufste sich jetzt dieselbe in der Richtung umkehren. Eben so ward, wenn hiebei keine Umkehr eintrat, mit den Platten der andern homogenen, durch Drähte communicirenden Paare verfahren; andere Male auch z. B. die Stelle der ganzen Combination kk, mit $k'k'$ vertauscht. Stets fand sich nun, dafs bei irgend einem dieser Wechsel von Platten desselben Metalls in der Lage eine Umkehrung der Strömung eintrat, welche nicht hätte eintreten können, wenn die Berührung der Metalle mit den Flüssigkeiten Ursache der Strömung war.

Bei genauerer Betrachtung leuchtet übrigens ein, dafs durch vorstehenden Versuch allerdings auch nichts *gegen* die Elektricitätswirkung durch Berührung flüssiger mit festen Körpern im Allgemeinen entschieden wird. Jedes Metall ist hier von zwei Seiten mit derselben Flüssigkeit in Berührung, und so läfst sich selbst theoretisch vermuthen, dafs Wirkungen, welche durch jene Ursache stattfinden, indem sie nach entgegengesetzten Richtungen mit gleicher Stärke vor sich gehen, sich compensiren werden.

Man kann es jedenfalls, wenn man mit den vorstehenden Resultaten die Resultate von No. 13 combinirt, für erwiesen halten, dafs, wenn verschiedene Metalle und Flüssigkeiten in einer Kette wechseln, niemals ein Strom entsteht, wenn der Wechsel so stattfindet, dafs

jeder Körper von beiden Seiten mit zwei gleichen heterogenen Körpern in Berührung ist.

53) In Betreff der Veränderungen, welche das Platin in Salpetersäure und Kali erfährt, habe ich noch folgende Versuche angestellt. Wenn man Platin in Salpetersäure eintaucht und nach 3 Min. eine homogene Platinplatte hinzu taucht, so verhält sich die erste wie ein negatives Metall. Verfährt man eben so in Kalilauge, so erhält man dasselbe Resultat. Verbindet man ein Gefäfs mit Kalilauge und ein Gefäfs mit destillirtem Wasser durch eine dicke Röhre voll destillirten Wassers, und stellt in beide Gefäfse eine Platinplatte, die man durch den Multiplicator verbindet, so verhält sich die in der Kalilauge stehende Platte positiv; substituirt man der Kalilauge Salpetersäure zu demselben Versuch, so verhält sich die in der Säure stehende Platte negativ. Platin, in Kalilauge stehend, ladet durch sein vorragendes Ende den Condensator negativ, in Salpetersäure stehend positiv. Es verhält sich also Platin bei ungleichzeitigem Eintauchen eben so in Kalilauge wie in Salpetersäure, bei dem Versuche mit den zwei Gefäfsen, so wie am Condensator, aber entgegengesetzt. Sind nun die Beziehungen richtig, die ich in meiner vorigen Abhandlung aufgestellt habe (diese Annal. Bd. XXXXVII S. 32), so ist anzunehmen, dafs Platin in Salpetersäure eine vom Anfange an zunehmende negative Veränderung, in Kalilauge eine vom Anfange an abnehmende positive Aenderung erleidet. Diefs wird durch folgende Versuche bestätigt.

Mifst man die Anfangskraft, welche Platin mit Eisen zeigt, wenn man sie mit Schliefsung gleichzeitig in Kalilauge eintaucht, so findet man sie kleiner, als wenn man das Platin erst 3 Min. hat in der Lauge stehen lassen, bevor man das Eisen mit Schliefsung hinzutaucht. Läfst man umgekehrt das Eisen erst 3 Min. in der Flüssigkeit stehen, ehe man das Platin mit Schliefsung hin-

zutaucht, so findet sich die Anfangskraft für das gleichzeitige Eintauchen gröfser, was beweist, dafs auch die positive Aenderung des Eisens (die durch ähnliche Versuche mit zwei Gefäfsen und dem Condensator erwiesen werden kann, als beim Platin) vom Anfange an abnimmt, wie denn in der That auch bei Eisen die in Kalilauge zuerst eingetauchte Platte sich negativ verhält gegen die die nach 3 Min. zugetauchte. Diese Resultate mit der Kalilauge sind mittelst mehrfacher Wiederholungen bestätigt gefunden worden. Zu jeder Wiederholung gehörten drei Versuche, nach einander in derselben Flüssigkeit angestellt, so dafs die beiden äufsersten Versuche sich gleich waren und mit den mittelsten verglichen wurden, um durch diese Abwechslung den Einflufs der Veränderung der Flüssigkeit auszuschliefsen. Zu neuen Wiederholungen wurde die Flüssigkeit jedesmal erneuert. In der That konnte ich die Versuche nicht längere Zeit in derselben Flüssigkeit wiederholen, ohne später für dieselben Versuche sehr verschiedene Werthe, als für die früheren zu erhalten, sey es nun, dafs die Anziehung der Kohlensäure aus der Luft die Wirkung der Flüssigkeit änderte (obschon dieser durch Bedeckung der Gefäfse, so weit es wegen der eingesetzten Platten möglich war, möglichst begegnet wurde), oder dafs von den Metallen selbst etwas an die Flüssigkeit überging.

In Salpetersäure fand sich umgekehrt bei ebenfalls abwechselnd und wiederholt angestellten Versuchen, dafs, wenn Platin mit gereinigtem Antimon gleichzeitig mit Schliefsung eingetaucht wurde, die Anfangskraft ein wenig, doch constant, kleiner war, als wenn das Platin schon 3 Min. in der Flüssigkeit gestanden hatte, bevor das Antimon mit Schliefsung zugetaucht wurde. Antimon wendete ich hier statt Eisen an, weil dieses von der Säure erst angegriffen wurde, dann passiv ward, was Unregelmäfsigkeiten in die Wirkung brachte, die hier zu untersuchen kein Zweck vorhanden war.

Die Resultate, die ich hier mitgetheilt habe, geben sonach nur Bestätigungen für die von mir in meiner früheren Abhandlung aufgestellten Beziehungen, die ich indefs, ungeachtet mir mehrere andere interessante Fälle, wo sich dieselben bestätigen, noch vorliegen, und ein Ausnahmefall bis jetzt nicht vorgekommen ist, noch nicht als vollkommen gesichert erklären mag, bevor sie nicht durch ein gröfseres Detail von Beobachtungen durchgeführt sind.

Ich habe gefunden, dafs auch Kupfer und Zink (wahrscheinlich also alle Metalle) durch Versuche mit den zwei Gefäfsen so wie mit dem Condensator eine positive Aenderung durch die Kalilauge zu erkennen geben. Mit dem Zink und Eisen habe ich noch mehrere andere Versuche in Kalilauge angestellt, die interessante Ergebnisse versprechen; allein da ich bei Wiederholung derselben Versuche unter scheinbar gleichen Umständen oft sehr abweichende absolute Werthe erhielt, so traue ich mir nichts darüber mitzutheilen.

II. *Dreizehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Phil. Transact. f.* 1838 *pt.* 1.)

§. 18. Von der Vertheilung. (Fortsetzung.)

IX. Zerreifsungs-Entladung. (Fortsetzung.)

1480. Richten wir nun unsere Aufmerksamkeit auf den allgemeinen Unterschied zwischen positiver und negativer Entladung, um so weit als möglich auszumitteln, was die Ursache dieses Unterschiedes sey, und ob er hauptsächlich von den geladenen Leitern oder von dem dazwischen befindlichen Di-elektricum abhange; und da

er in Luft und Stickgas (1476) grofs zu seyn scheint, wollen wir die Erscheinungen zuerst in Luft betrachten.

1481. Der allgemeine Fall ist besser bei Flächen von bedeutender Gröfse zu verstehen, als bei Spitzen, welche, als secundäre Wirkung, die Bildung von Strömen (1562) mit sich führen. Meine Versuche wurden daher mit Kugeln und Enden von verschiedenen Durchmessern angestellt, und Folgendes sind einige der hauptsächlichsten Resultate.

1482. Wenn zwei Kugeln von sehr ungleicher Gröfse, z. B. von 0,5 und von 3 Zoll Durchmesser, auf die Enden von Stäben gesteckt werden, so dafs man die eine durch die Elektrisirmaschine elektrisiren und sie durch Funken auf die andere, welche zugleich unisolirt ist, entladen kann, so werden bekanntlich weit längere Funken erhalten, wenn die kleine Kugel positiv und die grofse negativ ist, als im umgekehrten Fall. Die Funken sind 10 bis 12 Zoll lang, während sie im letzteren Fall nur anderthalb Zoll messen.

1483. Ehe ich die ferneren Versuche beschreibe, will ich zweier Namen erwähnen, welche ich nebst einigen anderen einem Freunde verdanke, und deren Einführung und Gebrauch ich für zweckmäfsig halte. Es ist bei der gewöhnlichen Vertheilungswirkung wichtig zu unterscheiden, an welcher geladenen Fläche die Vertheilung entspringt und an welcher sie unterhalten wird, d. h. wenn zwei oder mehre Metallkugeln oder andere Körper in Vertheilungsbeziehung stehen, auszudrücken, welche von ihnen ursprünglich geladen sind, und welche durch sie in den entgegengesetzten Elektricitätszustand versetzt sind. Ich schlage vor, die ursprünglich geladenen Körper *vertheilende* (*inductric bodies*) und die, welche, in Folge der Vertheilung, den entgegengesetzten Zustand annehmen, *vertheilte* (*inducteous bodies*) zu nennen. Diese Unterscheidung ist nicht nur nützlich, weil zwischen der Summe der *vertheilenden* und *vertheilten*

Kräfte ein Unterschied ist, sondern hauptsächlich, weil, wenn eine Kugel *A* vertheilend wirkt, sie nicht nur eine ihr gegenüberstehende Kugel *B* in den vertheilten Zustand bringt, sondern auch viele andere umgebende Körper, wiewohl einige von ihnen in bedeutender Entfernung liegen mögen. Die Folge davon ist, dafs die Kugeln nicht genau dieselbe Relation zu einander behalten, wenn erst die eine und dann die andere zur *vertheilenden* gemacht wird, obgleich in beiden Fällen *dieselbe* Kugel zur Annahme *desselben* Zustands gebracht werden kann.

1484. Gelegentlich will ich noch eine andere Freiheit, die ich mir in der Sprache erlaube, erklären und definiren. Es ist nämlich die, dafs wir einen Funken oder Büschel *positiv* oder *negativ* nennen, je nachdem wir ihn als an einer positiven oder negativen Fläche entsprungen denken. Wir sprechen von dem Büschel als positiv oder negativ, wenn er aus Flächen hervorschiefst, die zuvor im positiven oder negativen Zustand waren; und die Versuche des Hrn. Wheatstone beweisen, dafs er *wirklich* an der geladenen Fläche beginnt, und sich von dort aus in die Luft (1437. 1438) oder ein anderes Di-elektricum ausbreitet. Nach meiner Ansicht entstehen auch *Funken* an einem besonderen Ort (1370), nämlich dort, wo die Spannung zuerst auf ihr Maximum steigt, und wenn dieser bestimmt werden kann, wie bei dem gleichzeitigen Gebrauch einer grofsen und einer kleinen Kugel, in welchem Fall die Entladung an der letzteren beginnt oder durch sie bedingt wird, nenne ich die Entladung, welche auf *einmal* übergeht, einen *positiven* Funken, wenn es die positive Fläche ist, die das Maximum der Intensität zuerst erlangt, oder einen *negativen* Funken, wenn die negative Fläche zuerst die erforderliche Intensität erreicht.

1485. Ein Apparat, wie Fig. 15 Taf. I[1]), wurde zusammengestellt; *A* und *B* waren Messingkugeln von ver-

1) Vorigen Bandes. *P.*

schiedener Gröfse, befestigt auf Stäben, die in Hülsen auf isolirenden Ständern verschiebbar waren, so dafs der Abstand zwischen den Kugeln nach Belieben verändert werden konnte. Die grofse Kugel *A*, von 2 Zoll Durchmesser, war verbunden mit einem isolirten messingenen Conductor, welcher von einer Cylindermaschine aus geradezu positiv oder negativ gemacht werden konnte. Die kleine Kugel *B*, 0,25 Zoll im Durchmesser, war verbunden mit einem Ableiter (*discharging train.* 292) und vollkommen unisolirt. Die die Kugeln tragenden Messingstäbe waren 0,2 Zoll dick.

1486. Wenn die grofse Kugel die *positive* und *vertheilende* (1483) war, so erscheinen negative Funken bis der Zwischenraum 0,49 Zoll betrug, von diesem bis 0″,51 erschienen Büschel und Funken gemischt, und von 0,52 und darüber hinaus negative Büschel allein. War die grofse Kugel die *negative* und *vertheilende*, dann erschienen bis zum Abstand von 1,15 Zoll positive Funken allein, von da bis 1″,55 Funken und Büschel, und um positive Büschel allein zu haben, war ein Zwischenraum von wenigstens 1,65 Zoll erforderlich.

1487. Nun wurden die Kugeln *A* und *B* gegen einander vertauscht. Als jetzt die kleine Kugel *B positiv* und *vertheilend* gemacht wurde, erschienen positive Funken allein bis 0″,67 Abstand, Funken und Büschel von 0,68 bis 0,72, und positive Büschel allein bis 0,74 und darüber. Als die kleine Kugel *B negativ* und *vertheilend* war, erschienen negative Funken allein bis 0,40, Funken und Büschel bis 0″,42, und negative laute Büschel von 0,44 an und darüber hinaus.

1488. Wir sehen hier also eine grofse Verschiedenheit, je nachdem die Kugeln vertheilend oder vertheilt gemacht sind. Die kleine Kugel, *positiv* und *vertheilt* gemacht, giebt Funken von nahe doppelt so grofser Länge, als wenn sie *positiv* und *vertheilend* ist, und ein ähnlicher, obgleich unter jenen Umständen nicht so

gro-

grofser Unterschied zeigt sich, wenn sie negativ gemacht worden ist.

1489. Ein anderes Resultat ist, dafs die kleine Kugel, wenn sie positiv ist, weit längere Funken giebt, als wenn sie negativ ist, und dafs sie in diesem Zustande leichter einen Büschel giebt, als wenn sie positiv ist, in Bezug auf den Effect der Vergröfserung des Abstands.

1490. War der Zwischenraum unter 0,4 Zoll, so dafs die kleine Kugel Funken geben mufste, positive oder negative, so konnte ich keinen constanten Unterschied bemerken, weder in deren leichtem Erscheinen noch in der Anzahl, die in einer gegebenen Zeit überschlug. Hatte der Zwischenraum indefs eine solche Gröfse, dafs die kleine Kugel, wenn sie negativ war, einen Büschel gab, dann waren die Entladungen aus ihr, als einzelne negative Büschel, weit zahlreicher als bei entsprechenden Entladungen aus ihr im positiven Zustande, diese positiven Entladungen mochten in Funken oder Büscheln geschehen.

1491. Es ist demnach klar, dafs wenn eine Kugel Elektricität in Form von Büscheln entladet, diese Büschel weit zahlreicher sind, und ein jeder weit weniger elektrische Kraft enthält oder fortführt, wenn die so entladene Elektricität negativ ist, als wenn sie positiv ist.

1492. Bei allen solchen Versuchen, wie die beschriebenen, wird der Punkt des Uebergangs vom Funken zum Büschel sehr beherrscht durch die Wirksamkeit der Elektrisirmaschine und die Gröfse des mit der entladenden Kugel verbundenen Conductors. Ist die Maschine in grofser Thätigkeit und der Conductor grofs, so dafs für jede Entladung rasch viel Kraft angehäuft wird, dann ist der Abstand, bei dem die Funken in Büschel übergehen, gröfser; allein die Erscheinung ist im Allgemeinen dieselbe.

1493. Obwohl diese Resultate sehr auffallende und besondere Relationen der elektrischen Kraft (oder Kräfte)

andeuten, so zeigen sie doch nicht, welche relativen Grade von Ladungen die kleine Kugel zum Eintreten der Entladung erfordert, d. h. sie sagen nicht, ob diese unmittelbar vor der Entladung, einen höheren Zustand verlangt, wenn sie negativ oder positiv ist. Um diesen wichtigen Punkt zu erläutern, richtete ich zwei Entladungsstellen vor, wie in Fig. 16 Taf. I. *A*, *D*, *B*, *C* sind Messingkugeln, die beiden ersten von zwei, die beiden andern von 0,25 Zoll Durchmesser; sie werden von den Gabeln *L* und *R* getragen, die von 0,2 Zoll dikkem Messingdraht sind. Der Raum zwischen der grofsen und kleinen Kugel an derselben Gabel beträgt 5 Zoll, damit die Entladungsstellen *n* und *o* hinreichend aus ihrem gegenseitigen Einflufs entfernt sind. Die Gabel *L* war verbunden mit einem cylindrischen Conductor, welcher durch eine Elektrisirmaschine nach Belieben positiv oder negativ gemacht werden konnte; und die Gabel *R* war ebenfalls befestigt an einem anderen Conductor, der aber durch Verknüpfung mit einem Ableiter (294) vollkommen im unisolirten Zustand gehalten ward. Die beiden Entladungsräume *n* und *o* konnten nach Belieben vergröfsert oder verkleinert, und durch bisweiliges Einschieben einer Diagonalskale gemessen werden. Da die an demselben Conductor sitzenden Kugeln *A* und *B* immer auf einmal geladen wurden, und die Entladung gegen eine der mit dem Ableiter verbundenen Kugeln stattfinden konnte, so ist klar, dafs die Entladungsräume *n* und *o* sich mit einander vergleichen liefsen in Bezug auf den Einflufs grofser und kleiner Kugeln bei positiver und negativer Ladung in der Luft.

1494. Wenn die Räume *n* und *o* beide $=0{,}9$ Zoll, und die vertheilenden Kugeln *A* und *B* *positiv* waren, so geschah die Entladung allein bei *n* von der kleinen Kugel des Conductors zur grofsen des Ableiters, und meistens durch positive Büschel, obwohl einmal auch durch einen Funken. Auch wenn die vertheilenden Ku-

geln *A* und *B negativ* waren, geschah die Entladung von derselben kleinen Kugel bei *n* durch einen constanten negativen Büschel.

1495. Ich verringerte die Zwischenräume *n* und *o* auf 0,6 Zoll. Waren *A* und *B* vertheilend *positiv*, geschah alle Entladung bei *n* als positiver Büschel; waren *A* und *B* vertheilend *negativ*, geschah sie auch noch ganz bei *n* in einem negativen Büschel.

1496. Die Leichtigkeit der Entladung schien demnach an der positiven und negativen kleinen Kugel nicht sehr verschieden zu seyn. Hätte ein Unterschied existirt, so würde er sich gezeigt haben müssen, da immer zwei kleine Kugeln da waren, eine in jedem Zustand, damit die Entladung an der für sie günstigsten eintreten möchte. Der einzige Unterschied bestand darin, dafs die eine im vertheilenden, die andere im vertheilten Zustand war; allein was für eine zur Zeit in jenem Zustande seyn mochte, die positive oder negative, so hatte sie doch den Vorzug.

1497. Um diesem störenden Einflufs entgegenzuwirken, machte ich den Zwischenraum $n = 0'',79$ und den $o = 0'',58$. Wenn dann die Kugeln *A* und *B vertheilend positiv* waren, ergab sich die Entladung an den beiden Zwischenräumen fast als gleich. Waren dagegen die Kugeln *A* und *B vertheilend negativ*, so geschahen die Entladungen zwar noch an beiden Zwischenräumen, doch bei *n* am meisten, wie wenn die kleine Kugel im *negativen* Zustand etwas leichter entladen könnte als im *positiven*.

1498. Die bei diesen und ähnlichen Versuchen gebrauchten kleinen Kugeln und Enden (*terminations*) können in ihrer Wirkung mit Recht verglichen werden mit denselben Kugeln und Enden, wenn sie in freier Luft elektrisirt werden, in weit gröfserem Abstande von Leitern, als in welchen sie in jenen Fällen von einander waren. Zuvörderst wird die Entladung, selbst als Funke, nach meiner Ansicht, bedingt und, so zu sagen, begon-

nen an einer Stelle auf der Oberfläche der kleinen Kugel (1374), und sie tritt ein, sobald daselbst die Intensität bis zu einem gewissen Gränzwerth gestiegen ist (1370). Diese Bedingung der Entladung zuerst an einem besonderen Ort läfst sich leicht von dem Funken in den Büschel verfolgen, wenn man den Abstand vergröfsert, so dafs zuletzt selbst die erforderliche Zeit sichtbar wird (1436. 1438). Zweitens könnten die grofsen Kugeln, welche ich gebraucht habe, durch gröfsere in gröfseren Abständen ersetzt werden, so dafs man allmälig gleichsam zu den Wänden des Zimmers überginge. Diese Wände sind gemeiniglich die vertheilten Körper, während die kleine, positiv oder negativ gemachte, Kugel der vertheilende Körper ist.

1499. Doch, was längst bekannt, die kleine Kugel ist nur ein stumpfes Ende, und, elektrisch genommen, eine Spitze blofs eine kleine Kugel; so dafs, wenn eine Spitze oder ein stumpfes Ende Büschel in die Luft sendet, sie wie die kleinen Kugeln in den beschriebenen Versuchen wirken, vermöge derselben Eigenschaften und Relationen.

1500. Mit vollem Recht läfst sich in Bezug auf die Versuche sagen, dafs die grofse negative Kugel eben so wesentlich für die Entladung sey als die kleine positive Kugel, und auch, dafs die grofse negative Kugel eben so viel Uebergewicht über die grofse positive Kugel (welche aus der ihr gegenüberstehenden kleinen negativen Kugel keinen Funken hervorzulocken vermag), als die kleine positive Kugel über die kleine negative hat. Wenn wir die wahre Ursache dieser Verschiedenheit einsähen, und sie eher auf den Zustand der Theilchen des Di-elektricums als auf die Gröfsen der leitenden Kugeln bezögen, würden wir wahrscheinlich eine solche Beobachtung sehr wichtig finden. Für jetzt aber, und während wir mit Erforschung dieses Punkts beschäftigt sind, können wir annehmen, was die Thatsache ist, dafs die Kräfte an

der Oberfläche der kleinen Kugeln intensiver sind als an der der grofsen (1372. 1374), dafs deshalb die ersteren die Entladung bedingen, indem sie zuvor auf den dazu erforderlichen aufgeregten Zustand steigen, und dafs, sie mögen nun in diesen Zustand durch Vertheilung gegen die Wände eines Zimmers oder gegen die von mir gebrauchten grofsen Kugeln versetzt worden seyn, diese in ihrem Einflufs und ihren Wirkungen füglich mit einander verglichen werden können.

1501. Die Schlüsse, zu welchen ich gelange, sind: erstlich, dafs, wenn zwei gleiche, in Luft befindliche, kleine leitende Flächen elektrisirt sind, die eine positiv, die andere negativ, die negative bei einer etwas geringeren Spannung als die positive sich gegen die Luft entladen kann; zweitens, dafs wenn die Entladung stattfindet, in jeder Zeit weit mehr von der positiven Fläche als von der negativen übergeht (1491). Dieser letztere Schlufs wird durch die schon beschriebene optische Analyse der positiven und negativen Büschel (1468) zum Ueberflufs bewiesen, da die letztere Reihe von Entladungen sich fünf bis sechs Mal schneller als die erstere erweist [1]).

1502. Wenn man nun eine kleine Kugel durch eine kräftige Maschine dahin bringt, dafs sie Büschel oder büschelförmige Funken giebt, so kann man einigermafsen den Unterschied, den sie im positiven oder negativen Zustand zeigt, verstehen. Bekanntlich giebt sie, wenn positiv, einen weit gröfseren, kräftigeren Funken und diesen mit gröfserer Leichtigkeit, als wenn sie negativ ist (1482); der Funke, in der That, obgleich er so viel mehr Elektricität auf einmal fortnimmt, beginnt bei einer, wenn überhaupt, doch nur in kleinem Grade höheren Spannung. Andererseits, wenn die Kugel negativ ist, beginnt die

1) Eine sehr vortreffliche Untersuchungsweise der Relation kleiner positiver und negativer Oberflächen würde der Gebrauch von Tropfen Gummiwasser, Lösungen und anderen Flüssigkeiten abgeben. Siehe weiterhin (1581. 1593).

Entladung zwar bei einem niederen Grade, allein sie hält eine sehr kurze Zeit an, und nimmt in jedem Zeitpunkt sehr wenig Elektricität fort. Diese Umstände sind geradezu verknüpft; denn die Ausdehnung, welche der positive Funke erreichen kann, und die Gröfse und Ausdehnung des positiven Büschels sind Folgen davon, dafs bei Einer Entladung von der positiven Oberfläche viel Elektricität fortgeht (1468. 1501).

1503. Diese Erscheinungen alleinig von der Gestalt und Gröfse des Leiters herzuleiten, würde aber, nach meinem Begriff von Vertheilung, eine sehr unvollkommene Betrachtungsweise der ganzen Aufgabe seyn (1523). Ich glaube, dafs die Erscheinungen gänzlich von der Art abhängen, wie die Theilchen des dazwischen befindlichen Di-elektricums sich polarisiren, und ich gab bereits einige experimentelle Anzeigen von den Unterschieden, welche verschiedene Di-elektrica in dieser Beziehung darbieten (1475. 1476). Die Polarisationsweisen können, wie ich späterhin zu zeigen Gelegenheit haben werde, sehr verschieden seyn in verschiedenen Di-elektricis. Was, in gemeiner Luft, eine Folge der Ueberwucht der positiven Kraft an der Oberfläche der kleinen Kugel zu seyn scheint, kann herrühren von dem aufgeregteren Zustand der negativen Polarität der Theilchen der Luft oder des Stickstoffs darin (der negative Theil ist vielleicht mehr zusammengedrückt, der positive dagegen mehr ausgedehnt, oder umgekehrt), denn solch ein Zustand könnte gewisse Effecte an der positiven Kugel hervorrufen, welche an der negativen Kugel nicht in demselben Grade stattfänden, gerade so gut, wie wenn die positive Kugel eine specielle und unabhängige Kraft aus sich selbst besäfse.

1504. Dafs die Erscheinungen wahrscheinlicher von dem Di-elektricum als von der Kugel abhängen, wird durch den Charakter beider Entladungen unterstützt.

Wenn eine kleine positive Kugel Büschel mit Verzweigungen von zehn Zoll Länge ausströmt, wie kann da die Kugel auf eine Stelle der Zweige, die fünf Zoll von ihr liegt, einwirken? Und dennoch hat die Portion jenseits jener Stelle denselben Charakter als diesseits, und ohne Zweifel ist ihr dieser Charakter durch dasselbe allgemeine Princip und Gesetz eingepflanzt. Die Wirkung angränzender Theilchen eines Di-elektricums als völlig erwiesen betrachtend, sehe ich in einer solchen Verästelung eine Fortpflanzung der Entladung von Theilchen zu Theilchen, wobei jedes auf das nächste wirkt, wie das vorhergehende auf dasselbe, und wie das geladene Metall auf das erste, dicht an ihm liegende, wirkte.

1505. Anlangend die allgemeine Beschaffenheit und die Relationen der positiven und negativen Büschel in dichter oder lockerer Luft oder in anderen Gasen und Mitteln, so sind sie natürlich unabhängig von einander, wenn sie zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten erzeugt werden. Wenn sie aber gleichzeitig und in demselben Gefäfs voll Gas an gegenüberstehenden Enden oder Kugeln hervorgebracht werden (1470. 1477), so stehen sie häufig in Beziehung; und die Umstände können so eingerichtet werden, dafs sie isochron sind, in gleichen Zeiträumen gleich oft eintreten, oder auch in Multiplis, d. h. zwei oder drei negative auf einen positiven kommen; oder abwechselnd oder ganz unregelmäfsig erfolgen. Alle diese Abänderungen habe ich beobachtet; und wenn man bedenkt, dafs die Luft in dem Gefäfse und auch das Glas des Gefäfses eine momentane Ladung annehmen kann, so ist es leicht ihre allgemeine Natur und Ursache zu begreifen.

1506. Aehnliche Versuche, als die in der Luft (1485. 1493) habe ich in verschiedenen Gasen angestellt, und will jetzt deren Resultate in möglicher Kürze beschreiben. Der Apparat ist Fig. 17 Taf. I (des *vorhergehen-*

den Bandes) [1]) abgebildet; er besteht aus einer Glasglocke von 11 Zoll Durchmesser in dem weitesten Theil und von 10 Zoll Höhe vom Boden bis zum Halse. Die Kugeln sind wie in Fig. 16 bezeichnet und stehen in derselben Beziehung zu einander wie dort. Allein *A* und *B* sitzen an gesonderten verschiebbaren Drähten, die indefs für gewöhnlich oben durch einen Querdraht *W* mit einander und mit dem messingenen Conductor verbunden sind, der seine positive oder negative Ladung von der Maschine empfängt. Die Drähte von *A* und *B* sind an dem durch die Stopfbüchse gehenden Theil graduirt, so dafs man durch Anlegung einer Diagonalskale den Abstand dieser Kugeln von den darunter stehenden messen kann. Die Kugeln *C* uud *D* sind 3,25 Zoll aus einander und fünf Zoll über der Pumpenplatte; der Abstand zwischen einer jeden und dem Glase der Flasche beträgt wenigstens 1,75 Zoll und gewöhnlich mehr. Die Kugeln *A* und *D* hielten zwei Zoll im Durchmesser, wie zuvor, die Kugeln *B* und *C* nur 0,15 Zoll.

Zuweilen wurde in Verbindung mit dem eben beschriebenen ein anderer gebraucht, bestehend aus einem offenen Entlader (Fig. 18 Taf. I), durch welchen die Entladung in Luft mit der in Gasen verglichen werden konnte. Die 0,6 Zoll im Durchmesser haltenden Kugeln *E* und *F* waren mit verschiebbaren Stäben und anderen Kugeln verknüpft, auch unisolirt. Wenn sie zum Vergleich gebraucht wurden, war der messingene Conductor zugleich mit den Kugeln *A* und *B* Fig. 17 und der Kugel *E* (Fig. 18) verbunden, während die Kugeln *C*, *D* und *F* mit dem Ableiter in Gemeinschaft standen.

1507. Zunächst will ich die Resultate über das Entladung-hindernde Vermögen der Gase (*restraining power of the gases over discharge*) mittheilen. Die Kugeln *A* und *C* (Fig. 17 Taf. I) waren durch Abrücken

1) Alle zu dieser Abhandlung gehörige Figuren befinden sich auf Taf. I des vorhergehenden Bandes. *P.*

aufser Wirksamkeit gesetzt, und die Erscheinungen an B und D oder dem Zwischenraum n in dem Gase verglichen mit denen am Zwischenraum p in Luft zwischen E und F (Fig. 18). Die Tafel erklärt sich selbst genugsam. Nur mufs man wissen, dafs die Entladung gänzlich in der Luft geschah, wenn in dieser der Zwischenraum kleiner war als er in der ersten und dritten Spalte angegeben ist, und dafs dagegen die Entladung nur in dem Gase stattfand, wenn der Zwischenraum in der Luft gröfser war als der in der zweiten und vierten Spalte. Bei Abständen dazwischen geschah diese Entladung bald hier, bald dort. d. h. zuweilen in der Luft, zuweilen in dem Gase.

Abstand zwischen B und D beständig $=1$ Zoll.	Zwischenraum p in Theilen des Zolls.			
	War die kleine Kugel B *vertheilend* und *positiv*, geschah die Entladung ganz bei		War die kleine Kugel B *vertheilend* und *negativ*, geschah die Entladung ganz bei	
	p in Luft vor:	n im Gase nach:	p in Luft vor:	n im Gase nach:
In:	$p=$	$p=$	$p=$	$p=$
Luft	0,40	0,50	0,28	0,33
Stickstoff	0,30	0,65	0,31	0,40
Sauerstoff	0,33	0,52	0,27	0,30
Wasserstoff . . .	0,20	0,40	0,22	0,24
Steinkohlengas .	0,20	0,90	0,20	0,27
Kohlensäuregas	0,61	1,30	0,30	0,45

1508. So weit diese Resultate reichen, sind sie im Allgemeinen dieselben als die ähnlichen in der letzten Reihe (1388), und sie bestätigen den Schlufs, dafs verschiedene Gase die Entladungen in sehr verschiedenem Grade zurückhalten. Wahrscheinlich sind sie nicht so gut als die früheren; denn da die Glasglocke nicht gefirnifst war, so wirkte sie unregelmäfsig, nahm als Nichtleiter zuweilen einen gewissen Grad von Ladung an, und wirkte zu anderen Zeiten als Leiter durch Fortführung

und Störung dieser Ladung. Eine andere Ursache zur Verschiedenheit in den Verhältnissen liegt ohne Zweifel in den relativen Gröfsen der Entladekugeln in Luft. Bei den früheren Versuchen waren sie von sehr ungleicher Gröfse, hier dagegen von gleicher.

1509. Bei künftigen Versuchen, wenn sie auf Genauigkeit Anspruch machen sollen, hat man den Einfluſs dieser Umstände zu ermitteln, und vor allen Dingen, die Gase nicht in Glas-, sondern in Metallgefäfse einzuschliefsen.

1510. Bei der nächsten Reihe von Resultaten waren die Zwischenräume n und o (Fig. 17 Taf. I) gleich gemacht, um zu ermitteln, wo, wenn die kleine Kugel im positiven oder im negativen Zustand war, die leichtere Entladung geschehe (1493).

1511. In *Luft*, bei Zwischenräumen $=0{,}4$ Zoll, A und B vertheilend und positiv, war die Entladung bei n und o fast gleich; wenn A und B vertheilend und negativ waren, geschah die Entladung meist bei n in negativen Büscheln. Waren die Zwischenräume $=0{,}8$ Zoll, A und B vertheilend positiv, so geschah alle Entladung bei n durch positive Büschel; wenn A und B vertheilend negativ waren, geschah die ganze Entladung bei n durch negative Büschel. Nach diesen Resultaten ist es also zweifelhaft, ob die negative Kugel eine gröfsere Leichtigkeit (zur Entladung) als die positive besitze.

1512. *Stickstoff.* — Zwischenräume n und $o=0{,}4$ Zoll. A und B vertheilend positiv, Entladung an beiden Zwischenräumen, meist bei n, durch positive Funken; A und B vertheilend negativ, Entladung gleich bei n und o. Zwischenräume $=0{,}8$ Zoll: A und B vertheilend positiv, Entladung ganz bei n in positiven Büscheln; A und B vertheilend negativ, Entladung meist bei o durch positive Büschel. In diesem Gase scheint also, obwohl der Unterschied nicht entscheidend ist, die positive kleine Kugel die leichtere Entladung zu bewirken.

1513. *Sauerstoff.* — Zwischenräume *n* und *o* =0,4 Zoll: *A* und *B* vertheilend positiv, Entladung fast gleich; vertheilend negativ, Entladung meist bei *n* durch negative Büschel. — Zwischenräume *n* und *o* =0,8 Zoll: *A* und *B* vertheilend positiv, Entladung bei *n* und *o*; vertheilend negativ, Entladung ganz bei *o* durch negative Büschel. Hier scheint demnach die kleine negative Kugel die leichteste Entladung zu gewähren.

1514. *Wasserstoff.* — Zwischenräume *n* und *o* =0,4 Zoll. *A* und *B* vertheilend positiv, Entladung fast gleich; vertheilend negativ, Entladung meistens bei *o*. — Zwischenräume =0,8 Zoll: *A* und *B* vertheilend positiv, Entladung meist bei *n* als positive Büschel; vertheilend negativ, Entladung meistens bei *o*, als positive Büschel. Hier scheint die positive Entladung die leichtere zu seyn.

1515. *Steinkohlengas.* — Räume *n* und *o* =0,4 Zoll; *A* und *B* vertheilend positiv, Entladung fast ganz bei *o* in negativen Funken; *A* und *B* vertheilend negativ; Entladung beinahe ganz bei *n* in negativen Funken. — Räume *n* =0,8 Zoll, *A* und *B* vertheilend positiv, Entladung meist bei *o* in negativen Büscheln; *A* und *B* vertheilend negativ, Entladung ganz bei *n* in negativen Büscheln. Hier war also die negative Entladung die leichtere.

1516. *Kohlensäuregas.* — Räume *n* und *o* =0,4 Zoll: *A* und *B* vertheilend positiv, Entladung nahe ganz bei *o* oder negativ; *A* und *B* vertheilend negativ, Entladung nahe ganz bei *n* oder negativ. — Räume *n* und *o* =0,8 Zoll: *A* und *B* vertheilend positiv, Entladung meistens bei *o* oder negativ; *A* und *B* vertheilend negativ, Entladung ganz bei *n* oder negativ. Hier hatte das Negative einen entschiedenen Vorzug in Leichtigkeit der Entladung.

1517. Dürfen wir dieser Versuchsform trauen, so hat demnach die kleine negative Kugel, was Erleichterung der Zerreifsungs-Entladung betrifft, in einigen Gasen,

wie Kohlensäuregas und Steinkohlengas (1399), entschieden den Vorrang vor der positiven kleinen Kugel, während bei anderen Gasen der Schluſs zweifelhafter scheint, und bei noch anderen einige Wahrscheinlichkeit für das umgekehrte Verhalten da ist. Alle diese Resultate wurden sehr nahe bei demselben atmosphärischen Druck erhalten.

1518. Ich machte in diesen Gasen (Fig. 17) einige Versuche über den Wechsel vom Funken zum Büschel, analog den in freier Luft angestellten und schon beschriebenen (1486. 1487). In nachstehender Tafel ist angegeben, wann der Büschel begann mit dem Funken untermischt zu erscheinen; allein die späteren Resultate waren so verschiedenartig, und die Natur der Entladung in verschiedenen Gasen so ungleich, daſs es wenig Nutzen haben würde, die erhaltenen Resultate ohne weitere Untersuchung anzugeben. Bei kleineren Zwischenräumen, als die angeführten, geschah die Entladung immer in Funken.

	Entladung zwischen *B* und *D*.		Entladung zwischen *A* und *C*.	
	Kleine Kugel *B*		Grofse Kugel *A*.	
	vertheilend positiv.	vertheilend negativ	vertheilend positiv.	vertheilend negativ.
Luft	0,55	0,30	0,40	0,75
Stickstoff	0,30	0,40	0,52	0,41
Sauerstoff	0,70	0,30	0,45	0,82
Wasserstoff . . .	0,20	0,10		
Steinkohlengas	0,13	0,30	0,30	0,14
Kohlensäure . .	0,82	0,43	1,60	1,80[1])

1519. Man muſs wissen, daſs, bei weit gröſseren Zwischenräumen, als diese, Funken erschienen; die Tafel giebt nur die Abstände unterhalb welcher alle Entladung in Funken geschah. Einige sonderbare Relationen der

1) Weiter gestattete es der Raum nicht.

verschiedenen Gase zum Entladen sind schon erkennbar, doch würde es nutzlos seyn, sie, ohne Erläuterung durch fernere Versuche, zu betrachten.

1520. Ich darf hier nicht unerwähnt lassen, dafs Professor Belli in Mailand eine sehr werthvolle Reihe Versuche über das relative Entweichen der positiven und negativen Elektricität in die Luft veröffentlicht hat [1]); er findet das erstere weit leichter als das letztere.

1521. Ich habe einige ähnliche Versuche bei unterhaltenen hohen Ladungen angestellt; allein die Resultate waren weniger auffallend als die von Signore Belli, und ich halte sie nicht für genügend. Bei dieser Gelegenheit mag es mir erlaubt seyn, eines störenden Einflusses zu erwähnen, der mich lange Zeit in Verlegenheit setzte. Wenn ich positive Elektricität aus einer gegebenen Spitze in die Luft strömen liefs, zeigte ein Elektrometer auf dem mit der Spitze verbundenen Conductor eine gewisse Intensität an, die aber bei Fortdauer des Vorgangs um mehrere Grade stieg. Als darauf der Conductor mit derselben Spitze negativ gemacht wurde, sonst aber alles gleich blieb, ward anfangs ein gewisser Grad von Intensität beobachtet, der ebenfalls beim Fortgang der Operation sich erhöhte. Abermals den Conductor positiv machend, war die Spannung anfangs gering, stieg aber wie zuvor. Dasselbe geschah als er wiederum negativ gemacht wurde.

1522. Diefs Resultat scheint anzuzeigen, dafs die Spitze, welche die eine Elektricität ausgegeben hat, dadurch auf eine kurze Zeit geeigneter wird, die andere auszugeben. Allein bei näherer Untersuchung fand ich die ganze Erscheinung abhängend von der inductiven Reaction derjenigen Luft, welche durch die Spitze geladen wird, und, indem sie vor ihr, bei Andauer der positiven oder negativen Ausströmung, allmälig an Menge zunimmt, einen Theil der inductiven Wirkung der um-

1) *Bibl. univ.* 1836, *Sept. p.* 152. (Ann. Bd. XXXX S. 73.)

gebenden Wände ablenkt und entfernt, und so anscheinend die Kräfte der Spitze abändert, während es in der That das Di-elektricum selbst ist, was die Aenderung der Spannung bewirkt.

1523. Die mit den verschiedenen Umständen der positiven und negativen Entladung zusammenhängenden Resultate werden auf die Theorie der Elektricitätslehre einen weit gröfseren Einflufs haben als wir uns gegenwärtig einbilden, besonders wenn sie, wie ich glaube, von der Eigenthümlichkeit und dem Grade des von den Theilchen des betreffenden Di-elektricums erlangten Polarisationszustandes abhängen (1503. 1600). So z. B. mufs die Relation unserer Atmosphäre und der darin befindlichen Erde zu dem Auftreten von Funken und Büscheln speciell und nicht zufällig seyn. Sonst wäre sie nicht mit anderen meteorologischen Erscheinungen verträglich, die auch natürlich von den speciellen Eigenschaften der Luft abhängig, zwar ihrerseits in vollkommenster Harmonie mit den Functionen des Thier- und Pflanzenlebens stehen, doch in ihren Wirkungen beschränkt sind, nicht durch schwankende Einrichtungen, sondern durch die genauesten Gesetze.

1524. Selbst beim Durchgang des Volta'schen Stroms sehen wir an den beiden Kohlenspitzen die Eigenthümlichkeiten der positiven und negativen Entladung, und noch merkwürdiger ist die Verschiedenheit dieser Entladungen, wenn man sie gleichzeitig gegen Quecksilber geschehen läfst.

1525. Sehr möglich ist, dafs der neuerlich von meinem Freunde Professor Daniell beobachtete und beschriebene auffallende Unterschied, nämlich: dafs wenn eine Zink- und eine Kupferkugel von gleicher Gröfse respective in eine Kupfer- oder Zinkhohlkugel, ebenfalls von gleicher Gröfse, gebracht, und durch Elektrolyte oder Di-elektrica von gleicher Concentration und Natur erregt werden, die Zinkkugel eine weit stärkere Wir-

kung giebt, als die Zink-Hohlkugel, — auch mit diesen Erscheinungen zusammenhängt; denn es ist nicht schwierig zu begreifen, wie die Polarität der Theilchen durch den Umstand, dafs von den beiden, den Elektrolyten einschliefsenden, Flächen, die positive, die des Zinks nämlich, die gröfsere oder kleinere sey, afficirt werden müsse. Es ist sogar möglich, dafs das Verhältnifs nach Verschiedenheit der Elektrolyte oder Di-elektrica bedeutend abgeändert, und in einigen Fällen selbst umgekehrt werden könne.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

III. *Notiz über elektrische Strömungen auf Erzgängen; von F. Reich.*

Die Versuche von Fox (Annalen, Bd. XXII S. 150), nach welchen sich in einem, zwei unterirdische Erzpunkte verbindenden Metalldrahte ein elektrischer Strom zeigt, wurden ohne Erfolg durch v. Strombeil (Karsten's Archiv für Bergbau, Bd. VI S. 431) wiederholt, neuerdings jedoch durch Henwood in den Gruben von Cornwallis wieder vielfältig bestätigt. Diefs veranlafste das K. S. Ober-Bergamt ähnliche Versuche in den Freiberger Gruben anzuordnen, und mit deren Ausführung Hrn. Maschinendirector Brendel und mich zu beauftragen. Das nähere Detail der erlangten Resultate wird dem bergmännischen Publicum in Karsten's und v. Dechen's Archiv für Mineralogie mitgetheilt, und hier soll nur das Hauptsächlichste hervorgehoben werden.

Die von Fox aufgefundene Hauptthatsache besteht bekanntlich darin, dafs wenn man an zwei Erzpunkte eine Kupferplatte anprefst, beide Platten aber durch ei-

nen Draht verbindet, und in diesem Verbindungsdrahte einen Multiplicator einschaltet, letzterer durch die Ablenkung seiner Nadel in dem Drahte einen elektrischen Strom anzeigt, welcher jedoch ausbleibt oder sich nur sehr schwach zeigt, wenn die beiden verbundenen Erzpunkte innerhalb des Gesteines ein metallisches Continuum bilden. — Die Richtigkeit dieser Angabe hat sich mir ohne Ausnahme bei allen Beobachtungen, die ich anstellte, bestätigt. Die Gröfse der Ablenkung der Nadel war sehr verschieden, stieg aber bis 73°, wobei zu bemerken ist, dafs der Multiplicator, mit Doppelnadel versehen, zu den empfindlicheren gehört, durch ein einfaches Kupferzink-Element in schwach angesäuertem Wasser ohne ein bei 90° angebrachtes hinderndes Knöpfchen ganz im Kreise herumgetrieben werden würde, und von einem zwischen Eisen und Messing mit der Wärme der Hand hervorgebrachten thermo-elektrischen Strome je nach der Temperatur der äufseren Luft eine Ablenkung von 10° bis 20° erleidet. Die Vermuthung (Becquerel, *Traité d'électricité*), dafs vielleicht nur eine geringe Verschiedenheit der beiden Kupferplatten den Strom erzeugt haben könne, wird, wie auch schon Fox gezeigt haben soll, dadurch vollkommen widerlegt, dafs weder eine Verwechslung der beiden Platten, noch eine Vertauschung einer auf das Erz angedrückten Kupferplatte mit einer Zinkplatte eine Veränderung im Erfolge hervorbringt, so dafs offenbar in der Berührung der Platte mit der metallischen Ausfüllungsmasse des Ganges die Ursache des Stromes nicht gesucht werden kann. — Für die Annahme, die Ströme hätten einen Zusammenhang mit dem Erdmagnetismus, sprechen weder die englischen noch meine Versuche, indem die Richtung derselben von den Weltgegenden und der Tiefe unabhängig zu seyn scheinen.

Die Erregung der Ströme in thermo-elektrischen Wirkungen der verschiedenen, mit einander in Contact be-

befindlichen Metallmassen zu suchen, zu welcher Meinung sich Henwood hinneigt, scheint mir unzulässig, weil gerade bei vollkommenem metallischen Zusammenhange der beiden verbundenen Punkte die Wirkung ausbleibt, weil ferner die Temperaturdifferenzen im Innern nur sehr gering seyn können, und ich mich überzeugte, dafs eine Erhitzung einer der auf dem Erze liegenden Platten bis zu einem für die Hand unleidlichen Grade zwar Einflufs auf die Gröfse der Ablenkung hat, und diese bald vermehrt, bald vermindert, jedoch um so weniger, je gröfser die unmetallischen, die Punkte trennenden Massen sind. Z. B. bei der Verbindung von reichen Silbererzen auf einem und Bleiglanz auf einem andern Gange wurde die Nadel um 72 bis 73 Grad abgelenkt; die Erwärmung des einen Punktes veränderte sie nicht merklich, die des andern um 1 bis 2 Grad. Sind dagegen die beiden Erzpunkte im Innern vollkommen metallisch verbunden, so ist die Temperaturdifferenz beider Platten von dem gröfsten Einflusse, und erhält man in solchem Falle ohne künstliche Erwärmung schon einen schwachen Strom, so ist dieses wohl immer nur Folge eines kleinen Temperaturunterschiedes der beiden Punkte. Auch schon wenn die nicht metallische Unterbrechung von geringer Ausdehnung ist, wie wenn beide Punkte nahe bei einander liegen, und nur ein anderer, nicht metallführender Gang zwischen ihnen übersetzt, ist die Erwärmung einer der Platten von gröfserer Wirkung, und vermag zuweilen die ursprüngliche Ablenkung der Nadel in die entgegengesetzte umzuändern.

Es bleibt daher nur übrig, als Ursache der beobachteten Ströme eine hydro-elektrische Wirkung der verschiedenen Metallmassen anzunehmen, wovon man die Richtigkeit jedoch deshalb selten mit Evidenz nachweisen kann, weil man gewöhnlich die Beschaffenheit der in Wirkung tretenden Erzmassen nicht genau anzugeben vermag. Indessen zeigte die Richtung des Stromes in

allen Fällen, in denen Arsenik-, Schwefel- und Kupferkies mit Bleiglanz verbunden wurden, dafs jene Kiese negativ gegen Bleiglanz sind, was auch, wie ich mich durch Handstücke überzeugte, wirklich der Fall ist.

Da ich den Verbindungsdraht immer von derselben Länge nahm, und ihn nur je nach der Entfernung der beiden Punkte mehr oder weniger abwickelte, so hängt die Gröfse des Stromes ab von der Verbindung des Drahtes mit den Platten, der vollkommenen Berührung der Platte mit dem Erze, der Ausdehnung des letzteren, der Leitungsfähigkeit des zwischenliegenden tauben Gesteines, und der elektrischen Differenz der beiden verbundenen Erzmassen. Diese ist immer nur gering, weil sämmtliche vorkommende Erze in der Spannungsreihe sehr nahe stehen, und daher hängt auch die Gröfse des Erfolges hauptsächlich von den übrigen, die Leitungsfähigkeit der ganzen Kette bedingenden Umständen ab. Dieses wird dadurch vollkommen bestätigt, dafs ein in den Draht eingeschaltetes Kupfer-Zink-Element mit zwischenliegender feuchter Tuchscheibe, dessen Strom eine dem vorher beobachteten entgegengesetzte Richtung hat, so oft als ich diese Beobachtung anstellte, bedeutend überwiegend war, und zwar die Nadel um so weiter nach der entgegengesetzten Seite führte, je gröfser die ursprüngliche Wirkung erschien.

Diese Einschaltung eines Kupfer-Zink-Elementes ist auch immer alsdann anzurathen, wenn man bei einem Versuche keine Wirkung erhält; denn wenn auch jenes nichts hervorbringt, so kann man überzeugt seyn, dafs in der ganzen Anordnung ein Fehler begangen sey.

Auffallend ist die Leichtigkeit, mit welcher diese schwachen Ströme sich auf Entfernungen von mehreren Hundert Fufs durch Gesteine, wie Gneufs, Schwerspath, Quarz, fortpflanzen, die selbst für Elektricität von weit stärkerer Spannung gute Nichtleiter sind. Man hat sogar deshalb die Möglichkeit dieser Ströme bezweifeln

wollen. Es mufs indessen die Feuchtigkeit, welche das ganze Gestein durchdringt, in Verbindung mit der grofsen Ausdehnung, den Leitungswiderstand auf den Grad vermindern, wie wir wirklich wahrnehmen, so dafs gegen ihn der Widerstand des 180 Meter langen Drahtes durchaus nicht unbeträchtlich ist, wovon ich mich durch Anwendung eines kürzeren und dickeren Drahtes überzeugte, wobei die Wirkung sogleich stieg.

Verbindet man auf die beschriebene Weise einen Erzpunkt und einen tauben Punkt, so zeigt sich in dem Verbindungsdrahte oft kein Strom, wie auch Fox und Henwood angeben; aber auch in diesem Falle geht der Strom des eingeschalteten Kupfer-Zink-Elementes deutlich, wiewohl viel schwächer, hindurch, als wenn man es mit zwei Erzpunkten zu thun hat. — Häufig wird indessen bei einer solchen Verbindung eines Erzpunktes mit einem tauben Punkte ein kleiner Ausschlag des Multiplicators, den ich bis zu 5, 6, in Einem Falle bis zu 10 Grad ansteigen sah, beobachtet. Nimmt man die oben angedeutete Erklärungsart des Phänomens an, so müfste der bei einem tauben Punkte beobachtete Strom Folge seyn der elektrischen Differenz zwischen der Kupferplatte einerseits und dem Erze andererseits, und die geringe Stärke läfst sich leicht aus den wenigen Berührungspunkten der Kupferplatte mit dem Gesteine erklären. Da nun aber alle vorkommenden Erze gegen Kupfer negativ sind, so müfste der Strom immer im Drahte vom Erzpunkte nach dem tauben Punkte gerichtet seyn. Das ist aber nicht der Fall, sondern unter 11 Malen war die Richtung 6 Mal die umgekehrte, von dem tauben Punkte ausgehend. Vielleicht ist dieses die Wirkung von Erzen, die, zwischen beiden Punkten liegend, einen entgegengesetzt gerichteten und stärkeren Strom hervorrufen, als Erz und Kupfer, vielleicht dafs in diesem Falle man in der Nähe des tauben Punktes Erze

vermuthen kann, wie dieſs einige Versuche, theils absichtlich in der Nähe von Erzen angestellt, theils durch wirkliches Auffinden von Erzen beim Wegsprengen der nächsten Umgebungen, zu bestätigen scheinen. Allerdings sind gegentheils auch an Punkten, die in der Nähe von Erz sich befanden, keine Wirkungen auf dem tauben Gesteine erhalten worden, so daſs dieser Umstand noch weitere Untersuchungen erheischt.

Hat man es übrigens mit einem tauben Punkte zu thun, so ist es nicht mehr gleichgültig, ob man die Kupferplatte mit einer Zinkplatte vertauscht; und zwei Mal erhielt ich mit letzterer einen deutlichen Strom, als er mit der Kupferplatte ganz ausblieb.

IV. *Bemerkungen über die thermische Wirkung elektrischer Entladungen. Aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Vorsselman de Heer an den Herausgeber.*

Deventer, 14. Aug. 1839.

— In meinem Aufsatz über die elektrische Telegraphie habe ich behauptet, daſs ein Volta'scher Strom von der Intensität I bei Durchlaufung eines Drahts, dessen Länge, Querschnitt und Leitvermögen respective l, c, s sind, eine *Wärmemenge* proportional $I\frac{l}{cs}$ erzeuge, worauf Sie mit Recht gegen mich bemerkten, daſs dasselbe Gesetz schon früher von Hrn. Rieſs aufgestellt worden sey (Ann. Bd. XXXX S. 321, Bd. XXXXIII S. 47, Bd. XXXXV S. 1). Gerade die schöne Arbeit Ihres Landsmanns war es, auf die ich mich bei Aufstellung dieses Gesetzes stützte, und, wenn ich seiner Versuche nicht erwähnte, so geschah es blofs, weil sie mit Reibungselektricität ange-

stellt wurden, und weil es sich an jener Stelle nur um die Wirkung Volta'scher Ströme handelte. Ueberdiefs hatte ich mir vorgesetzt, ein ander Mal auf die thermischen Effecte der gewöhnlichen Elektricität zurückzukommen, und dann würde ich den vortrefflichen Untersuchungen des Hrn. Riefs, die unzweifelhaft unter den besten Leistungen der neueren Zeit für die Theorie der Elektricität eine der ersten Stellen einnehmen, vollkommene Gerechtigkeit haben widerfahren lassen.

Indefs bin ich meinerseits durch das Studium der Arbeiten des Hrn. Riefs zu einem Ausdruck für dasselbe Gesetz gelangt, der, wenn auch nicht einfacher, doch wenigstens folgenreicher ist, und einen unmittelbaren Vergleich mit den Formeln des Hrn. Ohm erlaubt. Ich setze voraus, dafs Sie die erwähnten drei Abhandlungen des Hrn. Riefs vor Augen haben; man findet darin (Ann. Bd. XXXXV S. 47) die folgende Formel:

$$W=\frac{al}{cs}\left(\frac{1}{1+\frac{bL}{CS}}\right)\frac{q^2}{s}.$$

Darin ist l die Länge des im Luftthermometer befindlichen Drahts, s der Querschnitt und c die Leitungsfähigkeit desselben. L, C, S haben dieselbe Bedeutung für den in den Bogen eingeschalteten Draht, q ist die Menge und $\frac{q}{s}$ die Dichtigkeit der auf den Belegen der Batterie angehäufteu Batterie, W endlich ist die in dem thermometrischen Draht vermöge des Durchgangs der Elektricität frei gewordenen *Wärmemenge*, eine Menge, die sich aus den Angaben des Instruments ergiebt durch die Gleichung:

$$W=(mc+g\,Cls)\left(\frac{\sin\varphi}{nb}+\frac{1}{v}\right)(267+t)\,\Theta.$$

Hierin ist:

m die im Thermometer enthaltene Luftmasse; das Gewicht Einer Kubiklinie als Masseneinheit genommeu;

c die Capacität der Luft bei constantem Volume, die von Wasser $=1$ gesetzt;

t die ursprüngliche Temperatur in Centigraden;

b der Barometerdruck in Pariser Linien;

v das ursprüngliche Luftvolum, ausgedrückt in Theilen der Scale;

$(v+\Theta)$ das Luftvolum nach seiner Erwärmung, in Theilen der Scale;

Ferner n das specifische Gewicht des Quecksilbers, in Bezug auf das der Flüssigkeit, welche das Rohr füllt; φ die Neigung des Rohrs gegen den Horizont, die bei Hrn. Riefs's Versuchen gewöhnlich $6\frac{1}{2}^0$ beträgt; l die Länge in Linien, s der Querschnitt in Quadratlinien, g das specifische Gewicht und c die specifische Wärme des in dem Thermometer befindlichen Drahts, dessen Erwärmung das Luftvolum v auf $v+\Theta$ vergröfsert.

Bei den, Annal. Bd. XXXXV S. 1, beschriebenen Versuchen finden wir, wenn wir darin die Zahlenwerthe substituiren:

$$W=(0{,}04196+0{,}008025\,g\,Cls)\,\Theta \quad \ldots (1)$$

Die Werthe von $log.\,g\,C$ finden sich a. a. O. S. 8 für alle zu den Versuchen angewandten Metalle, und so findet man aus dem durch die Beobachtung gegebenen Werth Θ die Zahl W, d. h. die Wärme-Einheiten, welche in dem Draht vermöge des Durchgangs der Elektricität frei werden. Als Wärme-*Einheit* kann man hier annehmen die *Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Temperatur einer Kubiklinie Wasser um* 1° C. *zu erhöhen.*

Berechnet man solchergestalt W für alle in der letzten Abhandlung des Hrn. Riefs (Annal. Bd. XXXXV) enthaltenen Versuche, so findet man, dafs die Werthe folgender Gleichung genügen:

$$W = \frac{0{,}1495 \cdot \frac{l}{cs}}{10282 + \frac{l}{cs} + \frac{L}{CS}} \cdot \frac{q^2}{s} \quad \ldots\ldots (2)$$

Hier ist $\frac{l}{cs}$ der *Widerstand* des Drahts, dessen Erwärmung man mifst, $\frac{L}{CS}$ der des in die Kette eingeschalteten Drahts; *die Einheit des Widerstandes ist der eines Platindrahts von* 1 *Linie Länge und* 1 *Quadratlinie Querschnitt.*

Nehmen wir zuvörderst die Versuche, bei welchen sich in dem Thermometer ein Platindraht befindet, für welchen $l = 59''',25$, $r = 0''',04098$, $c = 1$, während $\log g\, C = 9{,}81936$ (a. a. O. S. 8). Hier finden wir für die Beziehung zwischen W und Θ:

$$W = 0{,}04361 \cdot \Theta, \text{ woraus } \Theta = 22{,}92\, W,$$

und den Widerstand dieses Drahts $\frac{l}{cs} = \frac{l}{r^2 \pi} = 11229$.

Die Substitution dieser Werthe giebt:

$$W = \frac{1679}{21511 + \frac{L}{CS}} \cdot \frac{q^2}{s}, \text{ woraus } \Theta = \frac{38484}{21511 + \frac{L}{CS}} \cdot \frac{q^2}{s}.$$

Bei dem Versuche S. 5 war kein Draht eingeschaltet; späterhin schaltete aber Hr. Riefs successive Platindrähte von gleichem Durchmesser mit dem Thermometerdraht, aber von $34''',67$, $87''',62$ und $143''',5$ Länge, in die Kette ein. Wir finden für den Widerstand:

$\frac{L}{CS}$ respective: 0 6570 16605 27196

und für den Coëfficient von $\frac{q^2}{s}$ in den Werthen von Θ:

1,789 1,370 1,010 0,790

wie in den citirten Versuchen.

Hierauf schaltet Hr. Riefs Drähte von Blei, Eisen,

Messing, Gold, Kupfer, Silber, Nickel und Zinn in die Kette ein. Nehmen wir für das Elektricitäts-Leitvermögen dieser Metalle, die aus Hrn. Riefs's eigenen Versuchen hergeleiteten Werthe, so finden wir:

1) Blei	$\frac{L}{CS}=10557$	$\Theta=1{,}200\frac{q^2}{s}$
2) Eisen	$=10828$	$=1{,}190$
3) Messing	$=9775$	$=1{,}230$
4) Gold	$=4490$	$=1{,}480$
5) Kupfer	$=3977$	$=1{,}510$
6) Silber	$=2243$	$=1{,}620$
7) Nickel	$=13159$	$=1{,}110$
8) Zinn	$=9253$	$=1{,}251$

Diese Zahlen sind genau den von Hrn. Riefs gegebenen gleich, was übrigens seinen natürlichen Grund hat, weil die Rechnung mit denselben Werthen der Leitungsfähigkeit gemacht worden ist, die Hr. Riefs aus seinen Versuchen abgeleitet hatte. In der That haben wir nichts anderes gethan, als die Ordnung der Rechnung umgekehrt, indem wir Θ mittelst C suchten, während Hr. Riefs C nach dem bekannten Werthe von Θ bestimmt hatte.

Schreiten wir nun zur Discussion der Versuche, bei welchen der Platindraht, dessen Widerstand $=11229$, in die Kette eingeschaltet war, während die übrigen Metalle sich nach einander im Innern der Thermometerkugel befanden. Hier ist die Gleichung zwischen W und Θ verschieden für jeden dieser Drähte; allein man bestimmt sie nach (1), und darauf Θ statt W in (2) substituirend, findet man successiv:

1) Blei	$\Theta=23{,}51\,W$, woraus	$\Theta=1{,}157\frac{q^2}{s}$	Hr. R. find.	$\Theta=1{,}12\frac{q^2}{s}$
2) Eisen	$=22{,}46\,W$ -	$=1{,}124$ -	- - -	$=1{,}17$ -
3) Messing	$=21{,}57\,W$ -	$=1{,}008$ -	- - -	$=1{,}01$ -
4) Gold	$=22{,}33\,W$ -	$=0{,}577$ -	- - -	$=0{,}61$ -
5) Kupfer	$=21{,}16\,W$ -	$=0{,}494$ -	- - -	$=0{,}46$ -
6) Silber	$=22{,}42\,W$ -	$=0{,}317$ -	- - -	$=0{,}34$ -

7) Nickel $\Theta = 22{,}51\ W$, woraus $\Theta = 1{,}277\ \frac{q^2}{s}$ Hr. R. find. $\Theta = 1{,}28\ \frac{q^2}{s}$

8) Zinn $\Theta = 23{,}39\ W$ - $\Theta = 1{,}051$ - - - - - $\Theta = 0{,}89$ -

Die Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Versuche des Hrn. Riefs und den durch unsere Formel gefundenen Werthen ist einleuchtend genug, um die Richtigkeit dieser Formel annehmen zu können. Eine bedeutende Verschiedenheit findet sich nur beim Zinn; allein gerade beim Zinn weicht die von Hrn. Riefs gefundene Elektricitäts-Leitungsfähigkeit am meisten von der von andern Physikern gegebenen ab. So findet sie Hr. Riefs $=14{,}70$, Hr. Lenz $=30{,}837$, gegen die von Kupfer $=100$. Es ist daher die Annahme erlaubt, dafs das zu den Versuchen des Hrn. Riefs angewandte Stück Zinn eine andere specifische Wärme besafs, als zu unseren Rechnungen diente, so dafs der Werth von $log\ g.C$ und folglich die Relation zwischen Θ und W wird müssen abgeändert werden. In der That, damit die Formel ganz in Einklang mit dem Resultat der Erfahrung seyn könnte, müfste man die specifische Wärme, so wie das elektrische Leitvermögen des *nämlichen Stücks* Metall kennen, welches zu den Versuchen gedient hat; denn eine geringe Verschiedenheit in seiner Zusammensetzung reicht hin, diese Gröfsen zu verändern, und kann sonach von den beobachteten Unterschieden Rechenschaft geben.

Aus der Form, welche wir der Formel des Herrn Riefs gegeben haben, ist leicht zu ersehen, dafs der Nenner den *Widerstand* des die beiden Belege der Batterie verbindenden Bogens ausdrückt. Bei der Anordnung der Apparate in dieser letzten Reihe von Versuchen boten demnach alle Theile, die metallischen und die übrigen, durch welche die elektrische Entladung gehen mufste, ohne darin den Thermometerdraht und den eingeschalteten Draht mitzubegreifen, denselben Widerstand dar, wie ein Platindraht von 10282 Linien Länge und 1 Quadratlinie Querschnitt.

In dem Bisherigen haben wir nur denjenigen Antheil Wärme gemessen, welche in dem im Thermometer befindlichen Stück des Bogens frei geworden; nun ist aber klar, dafs sich auch in der ganzen übrigen Ausdehnung des Bogens Wärme entwickelt, und nimmt man die Summe aller dieser Wärmemengen, so finden wir für die gesammte, durch die elektrische Entladung entwickelte Wärme:

$$W = 0{,}1495 . \frac{q^2}{s}.$$

Eine gegebene Elektricitätsmenge q von bestimmter Dichtigkeit $\frac{q}{s}$ *erzeugt also eine bestimmte Wärmemenge, die von der Natur des die Entladung vermittelnden Bogens abhängt.*

Dieses Resultat ist sehr wichtig; es stellt für die *thermischen Effecte* der Elektricität ein Gesetz auf, analog dem, welches Hr. Faraday zuerst für die *chemischen* Actionen erwiesen hat. Auch finden wir noch die folgende *numerische* Bestimmung.

Wenn eine Leidner Flasche von 1,5 *Quadratfufs Oberfläche so geladen ist, dafs die freie Elektricität der äufseren Belegung einen Abstand von Einer Linie in Luft durchschlagen könnte, so bewirkt die auf dieser Flasche angehäufte Elektricität, bei der Entladung, in der ganzen Ausdehnung der Kette eine gesammte Wärmemenge, welche eine Wassermasse von einer Kubiklinie um* 0°,1495 *C. zu erwärmen fähig ist.*

Die Formel (2) mit denselben Constanten pafst noch nahe auf die Versuche der *ersten* Reihe, Annalen, Bd. XXXX S. 344. Hier war kein Draht eingeschaltet, weshalb $L = 0$, und für die fünf Platindrähte, welche successiv in die Kugel des Thermometers gebracht worden waren, finden wir:

I. $\frac{l}{cs} = 787\ \Theta = 19{,}92\ W$, woraus $\Theta = 0{,}211\ \frac{q^2}{s}$ R. find. $\Theta = 0{,}18\ \frac{q^2}{s}$

II. - = 1831 - = 21,97 - - - = 0,496 - - - - = 0,45 -

III. - = 3723 - = 22,88 - - - = 0,909 - - - - = 0,88 -

IV. - = 4456 - = 23,03 - - - = 1,041 - - - - = 1,02 -

V. - = 22007 - = 23,66 - - - = 2,411 - - - - = 2,69 -

In der *zweiten* Reihe von Versuchen, Annalen, Bd. XXXXIII S. 47 bis 88, war die Anordnung der Apparate ein wenig anders. Hier waren W und Θ verknüpft durch die Gleichung:

$$W = (0{,}06952 + 0{,}007393\, g\, Cls)\,\Theta \quad \ldots \quad (1)$$

und da sich im Thermometer ein Platindraht von $l = 86''',2$ und $r = 0''',03964$ befand, so haben wir:

$$W = 0{,}0716\,\Theta, \text{ woraus } \Theta = 13{,}96\, W.$$

Die Werthe von W genügen hier der Gleichung:

$$W = \frac{0{,}1984\,\frac{l}{cs}}{18381 + \frac{l}{cs} + \frac{L}{CS}} \cdot \frac{q^2}{s}$$

und da:

$$\frac{l}{cs} = 17465,$$

so finden wir:

$$\Theta = \frac{48392}{35846 + \frac{L}{CS}} \cdot \frac{q^2}{s},$$

eine Gleichung, die alle von Hrn. Riefs, S. 71, gefundenen Werthe wieder giebt.

Der Coëfficient 0,1984 weicht ab von dem in der *letzten* Reihe von Versuchen gefundenen Werthe 0,1495. Zuvörderst kann diefs davon herrühren, dafs die Kugeln der kleinen Flasche (Maafsflasche) hier etwas weiter auseinanderstanden, als in der letzten Reihe; allein überdiefs waren die atmosphärischen Umstände nicht ganz die nämlichen in beiden Fällen. Offenbar müssen diese Umstände einigen Einflufs auf die Schlagweite der Elek-

tricität in der Luft ausüben, und folglich auch auf den *absoluten* Werth der Elektricitätsmenge q, die man zur Einheit genommen hat.

Wünschenswerth wäre es, dafs Hr. Riefs mit seinem vortrefflichen Apparat auch Versuche über die thermische Wirkung Volta'scher Ströme anstellte. Die zu lösende Aufgabe ist folgende: *Für ein gegebenes Volta'sches Element numerisch die Wärmemenge zu bestimmen, die sich auf der ganzen Länge der Kette in einer gegebenen Zeit entwickelt.* Die mir hier zu Gebote stehenden Mittel erlauben nicht, mich mit dieser Gattung von Untersuchungen zu beschäftigen; allein ich würde mich glücklich schätzen, die Aufmerksamkeit der Physiker auf diesen wichtigen Punkt hingelenkt zu haben. Die Lösung desselben scheint mir auf die meisten elektrischen Erscheinungen, so wie auf das Band, welches Wärme und Elektricität, diese beiden grofsen Agentien der Natur, verknüpft, ein grofses Licht zu werfen.

V. *Volta'sche Säule von grofser elektro-chemischer Kraft; von Hrn. W. R. Grove.*

(*Compt. rend. T. VIII p.* 567.)

Nachdem der berühmte Volta entdeckt, dafs zwei Metalle und eine Flüssigkeit zu einer Elektricitäts-Entwicklung Anlafs geben, bemerkte er auch, dafs ein Metall und zwei Flüssigkeiten dasselbe bewirken. Humphry Davy, diese Thatsache verfolgend, construirte mehre solcher Säulen, die er in seinen *Elements of chemistry* beschrieb. Bei allen diesen Säulen waren indefs die Flüssigkeiten nur sehr unvollkommen von einander getrennt, und deshalb haben sie nicht zu recht nützlichen Resultaten geführt. Um die Flüssigkeit in der Arbeits-

zelle der Batterie, d. h. in der die Elektroden enthaltenden Zelle, von einander zu trennen, wandte Hr. Porret thierische Blase an. Hr. Becquerel bediente sich derselben in den erregenden Zellen, und dadurch gab er uns zuerst ein Mittel, einen constanten Strom zu erzeugen [1]), indem er die gegenseitige Fällung der Metalle verhinderte. Mit einer andern Form von Diaphragmen, d. h. mit angefeuchtetem Thon, bewirkte Herr Becquerel jene aufserordentlichen, so allgemein bekannten und so wichtigen Krystallisationen. Auch Hr. Daniell hat durch Anwendung poröser Diaphragmen die Construction Volta'scher Batterien sehr verbessert.

Seit einiger Zeit bediene ich mich eines porösen Diaphragma als Mittel zum Studium der Volta'schen Ströme, und habe sie mit Erfolg zur Erklärung einer bisher nicht als elektrisch erkannten Erscheinung benuzt: ich meine die rasche Lösung des Goldes in Salpetersalzsäure (Königswasser), eine Lösung, die in einer der beiden Säuren für sich nicht zu Stande kommt. Wie mir scheint lassen die folgenden Versuche keinen Zweifel an der elektrischen Natur des Phänomens übrig.

1) Auf dem Boden eines kleinen Glases kittete ich den Kopf einer Thonpfeife fest, und gofs in diesen reine Salpetersäure, in das Glas aber Chlorwasserstoffsäure bis zu demselben Niveau. In die letzte Säure wurden zwei Goldblättchen zwei Stunden lang versenkt; nach dieser Zeit waren sie eben so glänzend, wie bei der Eintauchung. Nun wurde ein Golddraht so angebracht, dafs er zugleich in die Salpetersäure tauchte und das eine der Goldblättchen am Ende berührte. Das berührte Goldblättchen wurde sogleich gelöst, das andere dagegen nicht angegriffen.

2) Jetzt wurde der Versuch in umgekehrtem Sinn

1) Vergleiche Annal. Bd. XXXXII S. 282 Anmerk., woraus zu ersehen, dafs es Hrn. Becquerel keineswegs gelang, Batterien von constanter Kraft darzustellen. *P.*

angestellt; allein ich stiefs auf einige Schwierigkeiten, indem die Salpetersäure, wegen vorhandenen Salpetergases, alsbald das Gold angriff. Dennoch war das Resultat ziemlich befriedigend zu erweisen, dafs der Contact auf das in dieser Säure befindliche Gold keine Wirkung ausübe, dagegen das Gold auf Seiten der Chlorwasserstoffsäure immer angegriffen werde.

3) Ich vollzog die Verbindung durch einen Platindraht, statt des Golddrahtes: die Wirkung war dieselbe.

4) Das Aeufsere der Pfeife ward fast auf ihrer ganzen Oberfläche mit einem Goldblatt bekleidet, und wie zuvor in die Chlorwasserstoffsäure ein Goldblatt gestellt. Nach vollzogener Verbindung mit der Salpetersäure löste sich dieses Goldblatt, während das die Pfeife bekleidende Goldblatt unangetastet blieb.

5) Ich färbte die Salpetersäure mit etwas Lackmus; nach der Schliefsung konnte ich an der Chlorwasserstoffsäure nicht die mindeste Färbung gewahren.

6) Ich bediente mich des salpetersauren Kupferoxyds statt der Salpetersäure; die Wirkung war ähnlich, allein das Gold löste sich langsamer, und ich sah keinen Niederschlag auf dem negativen Metall.

7) Ich tauchte in Chlorwasserstoffsäure zwei Goldblätter, jedes verbunden mit einem der Elemente einer Volta'schen Kette; die Säure ward zersetzt und das positive Blatt gelöst.

Alle diese Versuche zeigen, dafs, sobald der elektrische Strom, welcher aus der Reaction der beiden Säuren auf einander durch die Blase hin entsteht [1]), errichtet ist, die beiden Säuren zersetzt werden, dafs der Wasserstoff der Salzsäure sich mit einem Theil des Sauerstoffs der Salpetersäure verbindet, und das Chlor das Gold angreift. Bei allen diesen Versuchen wurden die Ströme mit dem Galvanometer nachgewiesen, und in je-

1) Dafs er nicht oder nicht hauptsächlich hieraus entsteht, erweisen die neusten Versuche von Fechner zur Genüge. *P.*

dem Fall stellte das angegriffene Gold die Zinkplatte einer gewöhnlichen Volta'schen Kette dar; die gröfste Ablenkung der Nadel wurde mit Platin, Gold und den beiden Säuren erhalten.

Beim Nachdenken über diese Wirkungen ist mir eingefallen, dafs, da Gold, Platin und diese beiden Säuren einen so kräftigen elektrischen Strom erzeugen, um so mehr dieselbe Anordnung, bei Ersetzung des Goldes durch Zink, eine Combination, wirksamer als alle bisher bekannten, liefern müfste. Ich stellte diesen Gedanken sogleich auf die Probe, und erhielt in der That den vollständigsten Erfolg. Ein einziges kleines Paar, bestehend aus einer amalgamirten Zinkplatte von einem Zoll Länge uud einem Viertelzoll Breite, und einem Platincylinder von drei Viertelzoll Höhe, nebst einem Pfeifenkopf und einem kleinen Glase, bildeten eine Kette, die Wasser, gesäuert mit Schwefelsäure, leicht zersetzte. Bei dieser Kette ist die Wirkung constaut, und kein Niederschlag zeigt sich auf dem einen oder andern Metall; sie bietet den Vortheil dar, die Wirkung der concentrirtesten Salpetersäure benutzen zu lassen.

Dieselbe Vorrichtung gebrauchte ich, indem ich die Salzsäure durch Aetzkali ersetzte, worauf ich durch den schönen Versuch von Hrn. Becquerel kam; die Wirkung war eben so stark. (Da man in diesem Fall die Oberfläche des Zinks nicht zu amalgamiren braucht, so würde ich diese Vorrichtung vorziehen, wenn nicht dabei der nicht zu beseitigende Uebelstand einträte, dafs das salpetersaure Kali in den Poren der Thonwaare krystallisirte und sie aufspaltete; so lange man also nicht eine neue Art von Diaphragma entdeckt, welche die Wirkung von concentrirten Säuren ertragen kann, mufs man diese Combination aufgeben.) Ich lud nun den Apparat mit concentrirter Salpetersäure und mit 5- bis 6fachem Wasser verdünuter Schwefelsäure. Der Strom hatte fast dieselbe Intensität, wie mit concentrirter Salzsäure;

allein es ist dabei eine grofse Ersparnifs, und nicht die mindeste Gefahr für das Platin. Die Salpetersäure mufs indefs immer concentrirt seyn; denn sobald die Säure so viel Sauerstoff verloren hat, dafs der Wasserstoff, statt absorbirt zu werden, an der Platinfläche entweicht, sinkt die Wirkung und ist nicht mehr constant [1]).

Einen grofsen Vortheil wird es haben, sich einer Zelle mit poröser Scheidewand selbst in denjenigen Flüssigkeiten zu bedienen, in denen die zersetzenden Platten sich befinden. Hat man z. B. Sauerstoff nöthig, so mufs die positive Elektrode in verdünnte Schwefelsäure gestellt werden, die negative dagegen in concentrirte Salpetersäure. Bedarf man Chlor, so ersetze man die Schwefelsäure durch Chlorwasserstoffsäure; will man Wasserstoff haben, so stelle man beide Elektroden in verdünnte Chlorwasserstoffsäure, nehme amalgamirtes Zink zur positiven Elektrode, u. s. w. Durch diese Mittel und mit einer kleinen Säule von der eben angegebenen Construction kann ein Reisender ein elektro-chemisches Laboratorium in der Tasche mit sich führen.

Ich verfertigte eine runde Säule von nur 4 Zoll im Durchmesser und 5 Viertelzoll in Höhe, bestehend aus 7 sehr kleinen Gläsern und 7 Pfeifenköpfen. Sie enthält in Allem 20 Quadratzoll Metallfläche, und giebt beinahe 1 Kubikzoll Gas in 2 Minuten, wetteifert also mit gewöhnlichen Säulen von 50 bis 60 Platten [2]).

1) Meine Ansichten über die Wirkung der Säulen aus vier Elementen habe ich in dem *Phil. Mag. Febr.* 1839 ausgesprochen; sie sind durch diese Versuche vollständig bestätigt.

2) Das hängt aber sehr von der Leitungsfähigkeit oder Zersetzbarkeit der zu zerlegenden Substanz ab. Siehe Ann. Bd. XXXXVII S. 130. *P.*

VI.

VI. *Ueber die Unfähigkeit des Wassers, ohne seine Zersetzung Volta'sche Ströme zu leiten; von Hrn. W. R. Grove.*

(*Compt. rend. VIII, p.* 802.)

Von gröfster Wichtigkeit für die elektro-chemische Theorie ist die Frage, ob die Elektrolyte ohne Zersetzung elektrische Ströme leiten können. Der sehr bekannte Versuch von Faraday hierüber ist nicht entscheidend, denn wenn Hrn. Becquerel's Erklärung des Phänomens der Polarisation der Elektroden als richtig angenommen wird, so beweist sie, dafs selbst schwache Ströme Wasser zu zersetzen im Stande sind.

Gegen diese Erklärung ist der beachtenswertheste Einwurf der: dafs an den in verdünnte Säure (nur nicht Salpetersäure) tauchenden Platin-Elektroden der einfachen Kette, wie lange sie auch wirken mag, keine Gasblase erscheint. Werden indefs die Elektroden, statt von Platin, von Kupfer genommen, so erfolgt die Zersetzung, obgleich Kupfer für sich nicht im Stande ist Wasser zu zersetzen, und die beiden Elektroden, als von gleichem Metall, dem ursprünglichen Strom nichts hinzufügen [1]), da die von ihnen erregten Ströme entge-

1) Wenn man die sogenannten Elektroden nicht von gleichem Metall mit einer der in der anderen Zelle befindlichen Platten nimmt, so hat man es *nicht mehr mit einer einfachen* Kette zu thun, und der Versuch ist also unrein. Befinden sich in einer Zelle Zink und Platin, und in der andern zwei Kupferplatten, wie bei Hrn. Grove, so hat man zwei Ketten, eine aus Zink und Kupfer, und die andere aus Kupfer und Platin; beide wirken im gleichen Sinn, und der Strom mufs also, auch wenn der Uebergangswiderstand beim Kupfer nicht *kleiner* wäre als beim Platin, *stärker* seyn als im Fall die Elektroden aus Platin bestehen. Das Umgekehrte findet statt, wenn in einer Zelle Zink und Kupfer und in der andern zwei Platinplat-

gengesetzte Richtungen haben und sich folglich aufheben. Der einzige Unterschied ist der, dafs hier die Gase nicht mehr beide in Gasform entwickelt zu werden brauchen. Es scheint also der schwache Strom eines einzigen Paares hinreichend zu seyn, um die Bestandtheile des Wassers zu trennen, nicht aber um diese Trennung unter Entwicklung der Bestandtheile in Gasform fortzusetzen, und neuen Portionen Platz zu machen. Wenn dem so ist, so mufs die Zersetzung bald einhalten, und wenn die Leitung von der Zersetzung abhängt, mufs die Leitung aufhören. Diefs ist leicht durch Versuche zu erweisen [1]).

Faraday bemerkte, dafs, wenn bei seinem Versuch (*Exp. Res.* 1036. — Annalen, Bd. XXXV S. 235), die Platinplatten einige Zeit in Contact geblieben waren, und dann in eine Auflösung von Jodkalium gestellt wurden, sich dieses nicht sogleich zersetzte. Er schreibt diefs, und mit Recht, dem Polarisationszustande der erregenden Platten zu; allein er hob das Uebel nicht, weil die Methode, einen constanten Strom hervorzubringen, ihm damals unbekannt war.

Ich habe Faraday's Versuch mit einigen Abände-

ten stehen. Es ist übrigens ganz richtig, dafs man mit einer einfachen Kette Wasser zersetzen kann. Im Laufe einer anderen, schon in diesem Frühjahr unternommenen Arbeit construirte ich eine Kette aus *Zink* und *Neusilber* mit sogenannten Elektroden aus *Neusilber*. Alle vier Platten waren von *gleicher* Gröfse (1 Zoll breit und etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch), und die beiden Gefäfse, die sie aufnahmen, enthielten dieselbe verdünnte und von *Salpetersäure freie* Schwefelsäure. So wie die Kette geschlossen ward, bedeckte sich die negative Elektrode mit Wasserstoffgas, das auch eine ganze Zeit lang in Strömen von ihr aufstieg. *P.*

1) Die Frage, warum es zur gesonderten Entwicklung der Bestandtheile in Gasform einer gröfseren Intensität bedürfe als zur Trennung derselben, ist sehr verwickelt; für jetzt begnüge ich mich die Thatsache anzugeben, die durch eine Masse von Versuchen festgestellt werden kann.

rungen wiederholt. Das von mir angewandte Plattenpaar, Zink und Kupfer, war, um einen constanten Strom zu erhalten, durch ein poröses Diaphragma getrennt, und mit verdünnter Schwefelsäure und Kupfervitriollösung geladen. Um die Verdampfung in der Arbeitszelle zu verhindern, waren die Enden der Röhre, welche die Platinplatten enthielt, hermetisch versiegelt.

Nun wurde Jodkalium dem constanten und durch das Wasser der Röhre gehenden Strom dieser Metalle ausgesetzt; es wurde zerlegt, aber schwach; ich nahm es fort und brachte die Platinspitzen auf einige Minuten in Berührung.

Wieder hingestellt, ward das Jodkalium etwa eine Minute lang nicht zersetzt; dann trat eine sehr schwache Zersetzung ein, die anhielt. Als ich diesen letzten Versuch, statt des Jodkaliums, mit einem Galvanometer mit kurzem Draht anstellte, konnte ich keine Ablenkung wahrnehmen, wiewohl das Instrument äufserst empfindlich war. Allein mit einem Galvanometer von Gourjon mit langem Draht erhielt ich eine Ablenkung von ungefähr 8°. Als ich die Quecksilbernäpfe des Galvanometers einige Minuten lang durch einen amalgamirten Kupferdraht mit einander verband, und darauf diesen Draht fortnahm, konnte der Strom den Draht des Instruments durchlaufen. Statt einer plötzlichen Ablenkung, wie in den gewöhnlichen Fällen, zeigte sich in den ersten zwei Secunden keine Wirkung auf die Nadel; dann begann sie langsam abzuweichen, und fuhr fort, bis sie 8° erreicht hatte, wo sie endlich stehen blieb. Wenn die Röhre, welche die Elektroden enthielt, rasch umgekehrt wurde, waren Zersetzung und Ablenkung aufserordentlich, und selbst die polarisirten Elektroden gaben eine augenblickliche Ablenkung von 85°.

Diese Versuche bestätigen vollständig die oben erwähnten Ideen. Wenn nämlich die Schliefsung lange genug dauerte, damit die im Jodkalium befindlichen Elektroden sich auf dem gröfsten Theil ihrer Oberfläche mit

den fortgeführten Bestandtheilen bekleiden konnten, so hört der Strom auf. Dieser Stillstand bewirkt eine Reaction der Elemente; dadurch werden die Elektroden depolarisirt, und bei einem gewissen Punkt erlangt der ursprüngliche Strom wieder seine Kraft; er geht durch, aufs Neue Wasser und Jodkalium zersetzend, und die Elektroden wieder polarisirend; so tritt eine Art intermittirende Wirkung ein, welche indefs allen Anschein einer continuirlichen Zersetzung hat. Mit dem Galvanometer mit kurzem Draht findet nur eine geringe Unterbrechung und folglich keine scheinbare Ablenkung statt; allein mit einem Galvanometer von grofser Empfindlichkeit, gewahrt man einige Wirkung, weil der lange Draht dem Strom einen ähnlichen Widerstand wie das Jodkalium entgegenstellt.

Die vollkommene Unbeweglichkeit der Nadel zu Anfange und die schwache Ablenkung in Folge darauf scheinen mir, bei diesem Versuch, wenn man die Empfindlichkeit des Instruments bedenkt, entscheidend zu beweisen, dafs im Wasser keine Leitung ohne Zersetzung stattfinden kann [1]).

Folgende Versuche geben eine fernere Stütze für diese Betrachtungen.

Man weifs durch Hrn. Becquerel, dafs wenn eine Platinplatte in Salpetersäure gestellt wird, und eine andere in Aetzkalilösung, die von der Säure durch eine poröse Scheidewand getrennt ist, beim Schliefsen sogleich ein bedeutender elektrischer Strom eintritt, wobei das Alkali die negative, die Säure die positive Elektricität annimmt. Dennoch giebt dieselbe Vorrichtung nur ei-

1) Die obigen Beobachtungen und Versuche gelten nur für Wasser; einigermafsen sind sie indefs auf alle Elektrolyten anwendbar, bei denen Wasser das Lösemittel ist. — (Von geschmolzenen Substanzen, die den Strom leiten, ohne zersetzt zu werden, hat Faraday indefs noch neuerlich (Ann. Bd. XXXXVII S. 46) in dem Fluorblei ein neues Beispiel kennen gelehrt. *P.*)

nen sehr schwachen Strom, wenn man, statt Salpetersäure, Schwefelsäure oder Salzsäure anwendet.

Die obigen Betrachtungen liefsen mich glauben, dafs die bei diesen letzteren Versuchen durch Einwirkung der Säure auf das Alkali erregte Elektricität nicht ohne Entwicklung der beiden Bestandtheile in Gasform geleitet werden könne, dafs also, wenn man, statt der Platinplatten, Platten von einem oxydirbaren Metall [1]) anwendete, ein starker Strom erzeugt werden würde. Ich habe sie mit diesen vertauscht, und die Resultate waren überraschend; es trat nicht blofs ein Strom ein, sondern ein so starker, dafs er fast dem einer gewöhnlichen Kette von Zink und Platin gleich kam.

Ich versuchte die drei folgenden Metalle: Eisen, Kupfer und Zink. Als zwei Platten desselben Metalls respective in Schwefelsäure und Aetzkalilösung oder Salzsäure und Aetzkalilösung getaucht wurden, entstand ein recht ausgezeichneter und constanter Strom; aber ein weit stärkerer mit Zink als mit den beiden andern Metallen, und die Stärke nahm zu, wenn die Schwefelsäure zur Hälfte mit Wasser verdünnt war.

Am merkwürdigsten aber ist, dafs die Zinkplatte, welche in der Säure ist, obwohl sie chemisch weit stärker angegriffen wird, als die im Alkali, immer positive Elektricität annimmt, d. h. das Kupfer in einer gewöhnlichen Volta'schen Kette vertritt.

Aehnliche Erscheinungen zeigen sich bei der Salpetersäure; in dieser Säure nehmen passives Eisen, actives Eisen, Zink und Kupfer immer die positive Elektricität an, in Bezug auf dieselben Metalle in Kali oder in Schwefel- und Salzsäure.

Ich beschäftige mich mit verschiedenen Versuchen

1) Vielleicht sollte ich hier erwähnen, dafs bereits H. Davy diesen Versuch angestellt; allein er leitete den Strom von der chemischen Wirkung des Alkalis auf das Metall her, welche er für stärker hielt als die auf das Alkali.

dieser Art zum Behufe der Verbesserung der Volta'schen Säulen. Bis jetzt habe ich keine bessere Combination gefunden, als die, welche ich die Ehre hatte, der Academie am 15. April vorzulegen [1]), ausgenommen, dafs man darin Kochsalzlösung statt der verdünnten Säure mit Vortheil anwenden kann.

VII. *Ueber die Unwirksamkeit verdünnter Säuren auf amalgamirtes Zink; von Hrn. W. R. Grove.*

(*Compt. rend. T. VIII p.* 1023.)

Bekanntlich wird käufliches Zink von verdünnter Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Chlorwasserstoffsäure stark und unter reichlicher Entwicklung von Wasserstoffgas angegriffen, amalgamirtes Zink unter gleichen Umständen aber nicht. Verbindet man dagegen das amalgamirte Zink mit einem andern in dieselbe Säure tauchenden Metall, so entwickelt dieses Ströme von Gas, während das Zink sich langsam löst.

Hr. De la Rive hat gezeigt, dafs reines (destillirtes *P.*) Zink in verdünnten Säuren weniger Wasserstoff entwickelt als käufliches Zink; und daraus folgert er, die Gasentwicklung bei letzterem rühre daher, dafs, weil es immer mit fremden Metallen legirt sey, eine Unzahl kleiner Volta'scher Ströme entstehen, vermöge deren das negative Metall eines jeden Paares Wasserstoff entwickle und das positive sich oxydire [2]). Diese Erklärung findet keine Anwendung auf das amalgamirte

1) Die im vorhergehenden Aufsatz beschriebene. *P.*

2) *Bibl. univ.* 1830. (Annal. Bd. XIX S. 221.)

Zink; denn, wie auch Herr Becquerel bemerkt [1]), »warum wirkt das Quecksilber nicht eben so, da es doch bei seiner Berührung mit Zink und gesäuertem Wasser gleichfalls eine Volta'sche Kette bildet?«

Ein Zufall hat mich auf Versuche geführt, die, glaube ich, eine genügende Antwort auf diese Frage geben. Folgendes ist dieser Umstand, der übrigens wahrscheinlich von mehren Physikern beobachtet worden ist.

Bei Zersetzung von gesäuertem Wasser mittelst einer Volta'schen Säule hatte ich zufällig einige Tropfen Quecksilber auf dem Boden des, die *Platin*-Elektroden enthaltenden Gefäfses liegen lassen. Ich bemerkte, dafs, wenn die negative Elektrode das Quecksilber berührte, sie immer amalgamirt ward. Anfangs schrieb ich diefs der Reduction einer dünnen Schicht von Quecksilberoxyd durch das freiwerdende Wasserstoffgas zu; als ich indefs die so amalgamirte negative Elektrode mit der positiven Elektrode berührte, wurde auch diese letztere amalgamirt. Endlich fand ich, dafs das Quecksilber, welches in gesäuertem Wasser als negative Elektrode eines Volta'schen Apparats gedient hatte, die Eigenschaft besafs, Platin und Eisen zu amalgamiren, und dafs Platten von Platin, Eisen und Stahl, welche als negative Elektroden gedient hatten, sich durch blofse Berührung mit reinem Quecksilber amalgamiren liefsen.

Nach mehren Versuchen fand ich, dafs diese Erscheinung von der Reduction eines Alkali's herrührte, und da ich mich der von Sir Humphry Davy beobachteten Thatsache erinnerte, dafs Quecksilber, welches sehr geringe Spuren von Kalium, Natrium etc. enthält, äufserst elektro-positiv ist, so fiel ich auf den Gedanken, die Unangreifbarkeit des amalgamirten Zinks möchte das Resultat einer Polarisation seyn, welche von den übrigen Fällen von Polarisation darin abweiche, dafs das fortgeführte Element, statt auf das negative Metall nie-

1) Dessen *Traité de l'électricité*, *Vol. V p.* 8.

dergeschlagen zu werden, mit diesem in Verbindung trete, und dadurch dasselbe dermafsen positiv mache, dafs der Strom vernichtet werde, während er in den übrigen Fällen blofs an Intensität verliert. Um diese Muthmafsung zu bewahrheiten, stellte ich folgende Versuche an:

1) Ich amalgamirte eine Kupferplatte zur Hälfte, und tauchte sie nebst einer amalgamirten Zinkplatte in Wasser, welches ein Siebentel Schwefelsäure oder Phosphorsäure enthielt. Bei Vollziehung des Contacts entwickelten sich Ströme von Gas an dem nicht amalgamirten Theil des Kupfers, dagegen nur einzelne Blasen an dem amalgamirten Theil.

2) Ich brachte einen grofsen Quecksilbertropfen in ein Gefäfs mit gesäuertem Wasser, und setzte ihn durch einen, auf seiner ganzen Oberfläche amalgamirten Kupferdraht mit einem Galvanometer in Verbindung. In dasselbe Gefäfs tauchte ich eine amalgamirte Zinkplatte. Im Augenblick, wo ich diese mit dem andern Ende des Galvanometers verband, entstand ein kräftiger Strom, der indefs sogleich abnahm und nach einigen Minuten ganz verschwand; es entwickelte sich fast kein Gas, aber wie wenig sich auch entwickelte, so erschien eben so viel am Zink als am Quecksilber.

3) Als statt des Quecksilbertropfens eine gut amalgamirte Platinplatte genommen ward, war nach einigen Minuten der Schliefsung der Strom Null oder äufserst schwach geworden, und wenn ich dann das Zink durch eine nicht amalgamirte Platinplatte ersetzte, so entwikkelte sich an letzterer das Gas in Strömen, und die Nadel zeigte einen starken Strom in entgegengesetzter Richtung mit dem ersten an.

4) Bei gleicher Anordnung, wie bei dem zweiten Versuch, ersetzte ich das gesäuerte Wasser durch eine Lösung von schwefelsaurem Kupfer: der Strom war stark und beständig, und das Quecksilber amalgamirte sich mit dem reducirten Kupfer.

Aus diesen Versuchen ersieht man, dafs, obgleich reines Quecksilber nicht als positives Metall auftreten kann, es dennoch auch nicht in mehren Fällen als negatives Metall einer Volta'schen Kette zu wirken vermag, und zwar wegen seiner Eigenschaft sich mit den positiven Elementen der Elektrolyten zu verbinden, welche es in demselben Grade positiv machen, als das Metall mit welchem es gepaart ist. Wenn aber, wie beim vierten Versuch, das elektro-positive Element des Elektrolyten von solcher Art ist, dafs es, in seiner Verbindung mit dem Quecksilber, dieses stark positiv macht, so wird der Strom nicht gehemmt.

Die Anwendung dieser Resultate auf das amalgamirte Zink ist augenfällig. Alle kleinen negativen Elemente sind amalgamirt, also eben so positiv als das Zink; es bedarf daher der Gegenwart eines anderen Metalls, um die Kette zu schliefsen. Die Thatsache, dafs amalgamirtes Zink positiv ist gegen gewöhnliches Zink, dafs es Kupfer aus einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd fällt, so wie mehre andere Anomalien sind durch diese Versuche erklärt.

In den gewöhnlichen Fällen ist diese Polarisation des Quecksilbers unter dem Einflufs eines Stroms ein zusammengesetztes Phänomen, weil dabei Wasserstoff, Zink und alkalische Basen [1]) zum negativen Metall geführt werden. Ich war begierig zu sehen, ob der Wasserstoff allein im Stande sey, sich in kleiner Menge mit dem Quecksilber zu verbinden und ihm diese Eigenschaften zu ertheilen.

Da es Humphry Davy mit seinen sehr kostbaren und vollkommenen Apparaten kaum gelang, das Wasser von den darin enthaltenen Alkalien zu befreien, so glaubte ich, dafs es, wenn ich mich der Verwandtschaft der Ba-

1) Die Vernichtung des Stroms ist bei Schwefel- und Phosphorsäure vollständiger als bei Chlorwasserstoffsäure; möglich dafs der Schwefel oder Phosphor diesen Effect unterstützen.

sen zum Quecksilber bediente, mir gelingen würde, dasselbe zu reinigen. Zu diesem Behufe elektrolysirte ich fünf Tage lang destillirtes Wasser, das mit Schwefelsäure angesäuert war und sich in einem Gefäfs von Wachs befand. Die negative Elektrode, aus amalgamirtem Kupfer bestehend, tauchte in eine Unze Quecksilber. Nach Verlauf dieser Zeit ersetzte ich dieses Quecksilber durch eine neue Portion desselben Metalls, und nach zweistündiger Elektrolysation schlofs ich es mit dem so gereinigten Wasser in ein Rohr ein. Das Quecksilber entwickelte eine geringe Menge Wasserstoff; allein wiewohl es unmöglich war mit den gewöhnlichen Reagenzien die Gegenwart von Alkali zu entdecken, so konnte man doch vermuthen, dafs so viel davon zugegen sey, um durch seine Reaction auf Wasser diesen Effect hervorzubringen. Da alle diese Versuche derselben Art von Einwurf ausgesetzt sind, so suchte ich andere Mittel auf, um zu bestimmen, welche Rolle der Wasserstoff spiele. Ich wiederholte z. B. den zweiten Versuch mit der Abänderung, das Gefäfs mit Zink und Quecksilber bis unter den Siedpunkt zu erhitzen; das Galvanometer gab dann eine Ablenkung von 60° und der Strom war ziemlich constant. Ich brachte eine Platinplatte in eine Glocke voll Wasserstoffgas und tauchte sie darauf in Quecksilber; wenn das Platin oder Quecksilber benäfst waren, so zeigte sich eine Neigung zur Amalgamation, niemals aber, wenn sie völlig trocken waren. Ich habe mehre andere Versuche angestellt, die ich, aus Furcht zu lang zu werden, hier nicht anführen will. Die Gesammtheit derselben läfst mich glauben, dafs das Quecksilber unter dem Einflufs eines Volta'schen Stroms ein wenig Wasserstoff zu absorbiren vermag, welches indefs entweicht, so wie man die Kette öffnet. Diese temporäre Verbindung von Wasserstoff mit Quecksilber wirft einiges Licht auf die Rotation des Quecksilbers unter Einwirkung eines Volta'schen Stroms. Die Theil-

chen des gewasserstofften Quecksilbers werden abgestofsen, bis sie aufserhalb des Stroms sind, wo sie ihren Wasserstoff entweichen lassen, und so fort. Bei der Elektrolysation mit einer Masse Quecksilber als negative Elektrode sieht man allen Wasserstoff sich an der von der positiven Elektrode entferntesten Seite entwickeln.

Um zu sehen, ob die Eigenschaft sich so vollständig zu polarisiren dem Quecksilber alleinig eigen oder allen Metallen im Zustand der Schmelzung gemein sey, leitete ich in den Draht eines Multiplicators, in entgegengesetzten Richtungen, zwei Ströme, den einer Kette von Zink und geschmolzener D'Arcet's-Legirung, und den einer Kette von Zink und Quecksilber, erhitzt bis zu derselben Temperatur. Der Strom der ersteren war der stärkere, und hielt die Nadel beständig auf 85°. Mit anderen Metallen konnte ich, wegen der Unmöglichkeit, sie ohne Verflüchtigung der Flüssigkeiten zu schmelzen, den Versuch nicht wiederholen.

VIII. *Wirkung der verdünnten Schwefelsäure auf destillirtes Zink in isolirenden und nicht isolirenden Gefäfsen;*

von M. A. F. Van der Vliet.

(*Bullet. d. scienc. physiq. et nat. en Néerlande*, 1838, *p.* 7.)

Zur Auffindung der Ursachen, welche auf die Gröfse der Wirkung eines aus zwei Metallen und einer Säure bestehenden Volta'schen Apparats von Einflufs sind, ist es wichtig zu studiren, was vorgeht, wenn ein einziges Metall, namentlich Zink, in eine Säure getaucht ist. Bekannt ist schon, dafs diese Wirkung durch die chemische Reinheit des Metalls, so wie durch mehre Umstände abgeändert wird. Unter diesen ist eine, über die man

noch keine Versuche gemacht hat, nämlich die Gestalt der Metallmasse und das Verhältnifs der Oberfläche zur Masse.

Um den Einfluſs der Gestalt und der Oberfläche zu studiren, nahm Hr. v. d. V. ein Glasgefäfs mit einem darin umgekehrten Trichter, der einen Hahn hatte und sich in einem oben geschlossenen, sorgfältig graduirten Rohre endigte, Er füllte das Gefäfs mit 2,5 Lit. Flüssigkeit, die 150 Grm. Schwefelsäure von 1,85 spec. Gew. enthielt. In diese Flüssigkeit tauchte er folgweise drei Massen destillirten Zinks, an Gestalt, die eine ein Parallelepipedum, die zweite ein Würfel, und die dritte eine Kugel.

Das Parallelepipedum war 40 Mm. lang, 9 Mm. breit, 7 Mm. hoch und wog 18,966 Grm.; seine wirksame Oberfläche betrug also 1406 Quadratmillimeter.

Der Würfel hielt 13 Mm. in Seite; seine Oberfläche war also 1014 Quadratmillimeter.

Die Kugel hatte einen Halbmesser von 9 Mm. und eine Oberfläche von 1017 Quadratmillimeter.

Die Oberflächen waren glatt gefeilt.

Nachdem er eine dieser Zinkmassen in die Flüssigkeit getaucht hatte, zeichnete er von 5 zu 5 Minuten die in der graduirten Röhre angesammelte Gasmenge auf und setzte den Versuch eine Stunde lang fort. Alsdann nahm er das Zink aus dem Apparat und wog es wieder; die Gewichtsverringerung gab die Zinkmenge, welche sich während einer Stunde gelöst hatte. Nach einigen Tagen brachte er dieselbe Masse, deren Oberfläche schon von der Säure angegriffen worden, und daher nicht mehr so eben wie zuvor war, wieder in die Flüssigkeit, zeichnete abermals eine Stunde lang von 5 zu 5 Minuten die entwickelte Wasserstoffmenge auf, und bestimmte den Gewichtsverlust der Metallmasse. Auf gleiche Weise verfuhr er mit derselben Flüssigkeit und derselben Masse nach Pausen von einem oder mehren Tagen.

Die so angestellten Versuche gaben folgende Resultate:

Auf das Parallelepiped war die Wirkung der Säure in den ersten 10 Minuten des ersten Versuchs fast Null; in den dritten 5′ betrug die Gasentwicklung 0,1 Cub. Centm., und sie stieg allmälig bis in den letzten 5′ auf 1,5 C. C. Nach 9tägiger Ruhe begann die Wirkung auf die weniger ebene Oberfläche schon in den zweiten 5′, und stieg bis 1,7 C. C. Eben so verhielt es sich beim dritten Versuch mit derselben Masse, und bei den folgenden, ausgenommen, dafs die Wirkung der Säure sich schon zu Anfange zeigte, und die entwickelte Gasmenge in den 5 letzten Minuten jeder Stunde bis auf 13 und 15 C. C. stieg. Ein Tag Ruhe reichte indefs hin, dafs das Parallelepiped, bei einem neuen Versuch, wieder anfing, in den ersten 5 Minuten nur 0,6 C. C. zu geben.

Der Würfel zeigte unter denselben Umständen schon gleich nach seiner Eintauchung eine merkliche Wirkung, und diese Wirkung war beträchtlich stärker als die des Parallelepiped. Beim ersten Versuch gab er in den letzten 5 Min. der Stunde 30 C. C., im Ganzen 238 C. C., während das Parallelepiped höchstens 90 C. C. in der Stunde geliefert hatte. Auch wurde diese Menge nicht merklich bei den späteren Versuchen vermehrt, war aber bald kleiner, bald gröfser, von 105 bis 273 C. C. schwankend, und die zu Anfange eines jeden neuen Versuchs immer schwache Wirkung war schon oft nach 10 bis 25 Minuten der Eintauchung auf ihrem Maximum.

Die Kugel ward von der Säure so langsam angegriffen, dafs sich nach einer vollen Stunde nur 0,2 C. C. Gas entwickelten. Bei mehrmaliger Wiederholung des Versuchs, nach einigen Tagen der Ruhe, blieb die Wirkung gleich schwach, und es bedurfte einer mehrstündigen Fortsetzung eines und desselben Versuchs, um eine beträchtliche Menge zu entwickeln; in der 4ten Stunde

betrug diese nur 10 C.C. von da ab war sie fortwährend im Steigen, so dafs die

5te	Stunde	gab	51,5 C.C.
6te	-	-	158,5 - -
7te	-	-	318,0 - -

Die drei Gestalten von Zinkmassen, die zum Versuch genommen wurden, waren nicht blofs durch Geschwindigkeit und Gröfse der Wirkung verschieden, sondern auch durch die Art, wie die Säure ihre Wirkung auf das Metall ausübte.

Der Würfel ward auf seiner ganzen Oberfläche angegriffen, ausgenommen blofs an den Berührungspunkten mit dem Boden des Glases, wo eine zwischen dem Glase und Metall hängen gebliebene Blase Wasserstoff bald die Wirkung der Flüssigkeit hemmte. Das Parallelepiped dagegen gab nur zwei Ströme Wasserstoff von den kleineren Seitenflächen aus; die gröfseren Seitenflächen erzeugten nur wenig Gas. Diese Art von Polarität in der chemischen Wirkung erhielt sich bei jeder Wiederholung des Versuchs, und das erklärt, weshalb das Parallelepiped, obwohl an Oberfläche dem Würfel weit überlegen, doch weniger Wasserstoff in gleicher Zeit lieferte als dieser. Die Lage des Parallelepipeds in der Flüssigkeit hatte übrigens keinen Einfluſs auf die Wahl der angegriffenen und nicht angegriffenen Flächen. Begierig diese sonderbare Thatsache aufzuhellen, wiederholte Hr. v. d. V. den Versuch mit einem gröfseren Parallelepiped, welches 80 Mm. lang, 5 Mm. breit und 5 Mm. hoch war, folglich 1650 Quadratmillimeter Oberfläche hatte, und 15,350 Grm. wog.; diefs Mal aber fand keine Polarität in der Wirkung der Säure statt. Das Parallelepiped ward auf allen seinen Seiten gleich stark angegriffen, und lieferte 534 Millim. Wasserstoff in einer Stunde.

Was den Einfluſs des Zustands der Oberfläche betrifft, so fand er, bei Wiederholung des Versuchs mit

einem Parallelepiped und einer Kugel, deren Oberfläche nicht glatt gefeilt worden, dafs die Wirkung vom Anfange an stärker war, übrigens aber demselben Gesetze folgte.

Eine zweite Reihe von Versuchen hatte zum Zweck, den etwanigen Einflufs der Materie des Gefäfses auf die Gröfse der Wirkung zu ermitteln, wenn statt des isolirenden Glasgefäfses eins von Kupfer genommen wurde, so dafs zugleich eine Volta'sche und eine chemische Wirkung stattfinden mufste. Der Apparat und die Art des Experimentirens waren die nämlichen, nur dafs dem Wasser, da bei 6 Proc. Schwefelsäure die Wasserstoffentwicklung noch zu rasch war, blofs 2 Proc. dieser Säure zugesetzt wurden. Die Eintauchung des Zinks in die Flüssigkeit geschah auf die Weise, dafs bald die beiden Metalle sich berührten und eine geschlossene Kette bildeten, bald das Zink nur aufgehängt war und eine offene Kette bildete, bald der Apparat durch Einsetzung in ein Glasgefäfs ganz isolirt war, bald endlich mit dem Boden in Verbindung stand.

Die Resultate dieser zweiten Reihe wichen von denen der ersten in mancher Beziehung ab, hauptsächlich darin:

Die schon in den ersten Minuten merkliche Wirkung wuchs mit der Dauer des Versuchs eine gewisse Zeit, die von 20 bis 60 Minuten schwankte, worauf sie den Rest der Stunde still stehen blieb. Bei Wiederholung des Versuchs, nach einer Pause von einem oder mehren Tagen, war die Wirkung in den ersten Minuten immer ziemlich schwach, vor allem wenn die beiden Metalle sich nicht berührten. Die Isolirung des ganzen Apparats hatte keine merkbare Wirkung; nach einer halbstündigen Wirkung war die Gas-Entwicklung beinahe dieselbe, es mochten die Metalle des Apparats ganz isolirt seyn, oder gar keine Isolation stattfinden.

Die Wasserstoff-Entwicklung war weit reichlicher

als im Glasgefäfs. Das Parallelepiped hatte seine Polarität verloren und alle Seiten waren gleich stark angegriffen; auch waren die durch Einwirkung der Flüssigkeit auf das Parallelepiped, den Würfel und die Kugel entwickelten Gasmengen genau den gesammten Oberflächen dieser drei Massen proportional, so dafs der Würfel und die Kugel, deren Oberflächen gleich waren, gleiche Gasmassen lieferten, und in gleichen Zeiten gleich viel Zink verloren, so dafs hier der Einfluſs der Gestalt gänzlich verschwand.

Während aller dieser Versuche schwankte die Temperatur der Flüssigkeit nur von 14° bis 20° C.

IX. *Ueber Hrn. V. de Heer's Bearbeitung meiner Wärmeuntersuchungen an der elektrischen Batterie; von P. Riefs.*

Hr. Vorsselman de Heer hat (Seite 292 folg.) die beiden Constanten der Formel, die ich für die Erwärmung des Schliefsungsdrahtes der elektrischen Batterie aufgestellt habe, aus meinen Versuchen bestimmt und das Anschliefsen der Formel an die einzelnen Beobachtungen aufgezeigt. Dafs derselbe bei der Rechnung die von mir angewandten Bezeichnungen mit anderen vertauscht hat, und zwar mit solchen, die ich absichtlich vermieden habe, würde mich zu keiner Bemerkung veranlassen, wenn diese Aenderung nicht zu einer neuen Interpretation meiner Versuche geführt hätte. Gegen diese Interpretation aber mufs ich mich durchaus verwahren; sie ist nur möglich durch einen Schlufs, zu dem meine Versuche nicht berechtigen. — Es sey mir erlaubt, die Gründe für diese Behauptung durch eine Kritik der Arbeit des Hrn. V. de Heer zu geben, wobei ich mich der dort gebrauchten Zei-

Zeichen bedienen will, welche die bei Berechnung der galvanischen Erscheinungen üblichen sind.

Man denke sich den constant bleibenden Schliefsungsdraht der elektrischen Batterie aus beliebigen Drähten zusammengesetzt, und verlängere denselben durch einen einzigen aber beliebig veränderlichen Draht. Von dem zugesetzten Drahte sey die Länge L, der Querschnitt S, die Leitungsfähigkeit der Materie C. Die Buchstaben l, s, c mögen dieselbe Bedeutung haben in Bezug auf eine beliebige continuirliche Stelle des ganzen Bogens, deren Erwärmung durch die elektrische Entladung berechnet werden soll. Nach der von mir gegebenen Formel ist die Wärmemenge W, die in dieser Stelle frei wird:

$$W=\frac{al}{cs}\left(\frac{1}{1+\frac{bL}{CS}}\right)\frac{q^2}{s_1},$$

wo a und b zwei empirisch zu bestimmende Constanten bezeichnen, q die angewandte Elektricitätsmenge und $\frac{q}{s_1}$ die Dichtigkeit derselben bedeutet. Diesen Ausdruck kann man auch so schreiben:

$$W=\frac{a\frac{l}{cs}}{1+\frac{bL}{CS}}\cdot\frac{q^2}{s_1} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

Dividiren wir nun die rechte Seite im Zähler und Nenner durch b, so erhalten wir, wenn a' eine neue Constante bezeichnet:

$$W=\frac{a'\frac{l}{cs}}{\frac{1}{b}+\frac{L}{CS}}\cdot\frac{q^2}{s_1} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

wodurch die Glieder des Nenners gewissen, bei Berechnung der Wirkung der galvanischen Kette vorkommenden Ausdrücken gleich geworden sind. Ich habe diese Aenderung der Formel in meinen Abhandlungen nicht

vorgenommen, und ausdrücklich bemerkt, dafs ich es aus Gründen unterlassen. Mit dieser Form der Gleichung ist nun die von Hrn. Vorsselman de Heer gegebene:

$$W = \frac{f\frac{l}{cs}}{g + \frac{l}{cs} + \frac{L}{CS}} \cdot \frac{q^2}{s_1}$$

vollkommen identisch, indem f und g wieder zwei durch Versuche zu bestimmende Constanten bezeichnen. Die Constante $\frac{1}{b}$ ist hier in zwei Theile getheilt, wie dieſs immer erlaubt und in der Rechnung zuweilen bequem ist. Doch kann nebenbei bemerkt werden, dafs es nicht räthlich ist, diese Theilung in der allgemeinen Formel anzudeuten, da hierdurch die Formel an Uebersichtlichkeit verliert und sogar zu Irrungen verleiten kann. Es läfst sich z. B. leicht eine Art der Wärmeuntersuchung anstellen, bei welcher $\frac{l}{cs}$ im Zähler der letzten Formel variabel und gleichzeitig im Nenner constant genommen werden müfste. Ein solcher Fall kommt indefs bei den Versuchen nicht vor, zu deren Berechnung die Gleichung eigens bestimmt ist. Hr. de Heer hat sich die nicht geringe Mühe genommen, die Gültigkeit der veränderten Formel aufzuzeigen, indem er die Constanten bestimmt und nach ihr die Versuche berechnet, wodurch ich eine erfreuliche Controle meiner Rechnungen gewonnen habe. Im Uebrigen hätte sich freilich nicht zweifeln lassen, dafs wenn der Bruch (1) richtig abgeleitet ist, derselbe auch noch richtig bleiben werde, nachdem er im Zähler und Nenner durch eine und dieselbe Gröfse dividirt worden ist. Wenn Hr. de Heer die Abweichung, die bei dem Zinn zwischen Berechnung und Beobachtung stattfindet, der Unreinheit des angewandten Metalles zuschreibt, so stimme ich hierin mit ihm überein.

Eben so ist es ganz richtig, dafs in meiner dritten Abhandlung eine etwas verschiedene Elektricitätsmenge zur Einheit angenommen ist, als in der zweiten geschehen. In der zweiten Abhandlung habe ich nämlich, wie auch seines Orts angegeben ist, eine Entladung der Maafsflasche durch 1 Linie Entfernung, in der dritten hingegen zwei Entladungen durch $\frac{1}{2}$ Linie als Einheit angenommen, welches wegen des Residuum der Maafsflasche nicht ganz gleichbedeutend ist. Dafs die Constanten, die aus der dritten Abhandlung abgeleitet worden, den Versuchen der ersten Abhandlung ziemlich gut genügen, ist zufällig, da bei der letzteren Thermometer und Schliefsungsbogen noch von unvollkommener Einrichtung waren.

Wir kommen nun zu den theoretischen Folgerungen des Hrn. de Heer, wobei der Leser die oben mit (1) und (2) bezeichneten Ausdrücke vor Augen haben möge. Ich habe dem Nenner $1+\frac{bL}{CS}$ in der Gleichung (1) die Bedeutung gegeben, dafs er die Zeit der Entladung ausdrücke, wie diese durch den ganzen Schliefsungsbogen, den abgemessenen veränderlichen Theil sowohl, als den unbekannten constanten Theil desselben, bestimmt wird. Das zweite Glied $\frac{bL}{CS}$ bezeichnet demnach die Verzögerung der Entladung durch den veränderlichen Draht, und die Constante b die Verzögerung durch ein Drahtstück, das bei der Abmessung desselben als Einheit angenommen wurde, z. B. also die Verzögerung durch einen Platindraht von 1 Linie Länge und 1 Quadratlinie Querschnitt. Man kann hiernach leicht bestimmen, wie lang dieser Draht seyn müfste, um die Verzögerung 1 hervorzubringen, die der constante Theil des Schliefsungsbogens äufsert. Es ist diese Länge $\left(\text{offenbar gleich } \frac{1}{b}\right)$ eine Gröfse, die man bei der galvanischen Kette die re-

ducirte Länge des constanten Theils des Apparats zu nennen pflegt. Ich habe diese reducirte Länge nicht gebraucht, sondern die Verzögerung durch den constanten Theil des Schliefsungsbogens der Einheit gleich gesetzt, weil ich die Aufmerksamkeit nicht auf Theile des Apparats leiten wollte, über deren Erwärmung mir nichts bekannt war. Hr. de Heer hat, wie wir in der Gleichung (2) sehen, die reducirte Länge in die Formel eingeführt, und er nennt den so modificirten Nenner

$$\frac{1}{b} + \frac{L}{CS}$$

Widerstand des ganzen Schliefsungsbogens. Es erscheint zuvörderst ziemlich gleichgültig, ob wir Verzögerung oder Widerstand sagen, und ob wir Werthe von b oder Werthe von $\frac{1}{b}$ mit einander vergleichen wollen. Hr. de Heer geht aber weiter. Er wendet die Formel an zur Berechnung der Wärme, die nach seiner Meinung in dem constanten Theil des Schliefsungsbogens frei wird, und stellt hiernach den Satz auf, dafs eine gegebene Menge Elektricität von bestimmter Dichtigkeit in dem ganzen Schliefsungsbogen eine bestimmte Wärmemenge errege, unabhängig von der Natur des Schliefsungsbogens. Es wird sodann numerisch die Wärmemenge angegeben, die von der Elektricitätsmenge, die ich zur Einheit angenommen, bei der Entladung frei gemacht wird. Diese Sätze würden gewifs von grofsem Interesse seyn, wenn sie bewiesen wären. Dafs sie es nicht sind, läfst sich leicht zeigen. Es ist seines Orts bemerkt worden, dafs die Verzögerung, die von dem constanten Theile des Schliefsungsbogens ausgeübt wird, nicht allein von den continuirlichen Metallstücken, sondern auch, und zwar hauptsächlich, von den Verbindungsstellen derselben herrührt. Man braucht nur die kurzen dicken Drähte und massiven Kugeln des von mir angewandten Schliefsungsbogens zu betrachten, um einzusehen, dafs der bei

weitem gröfste Theil der sehr bedeutenden Verzögerung durch denselben den Verbindungsstellen zukommt. Nun ist es erlaubt, wie Hr. de Heer gethan hat, alle einzelnen Verzögerungen oder Widerstände summirt durch einen einzigen Platindraht von bestimmter Länge und Dicke hervorgebracht zu denken, denn diese Substituirung ist eine reine Folge des Versuchs. Wenn aber weiter die Erwärmung dieses Platindrahts berechnet und stillschweigend diese Wärme der in den einzelnen Drähten und Verbindungsstellen durch die elektrische Entladung freigewordenen gleichgesetzt wird, so ist diefs eine Annahme, die völlig aufserhalb der von mir aufgeführten Versuche liegt. Ich habe keine Versuche über die elektrische Erwärmung discontinuirlicher Metallstücke angestellt, und mir sind hierüber überhaupt keine quantitativen Versuche bekannt. Hr. de Heer hätte uns daher zum Beweise seiner Sätze Experimente beibringen müssen darüber, dafs in allen Fällen an Verbindungsstellen von Metalltheilen Wärme durch eine elektrische Entladung frei wird, und dafs diese Wärme dem Widerstande, den jene Stellen der Elektricität entgegensetzen, proportional sey. In der That sind wir selbst über den ersten Punkt noch nicht im Klaren. Erinnern wir uns nämlich der merkwürdigen Versuche Peltier's, so wissen wir, dafs wenigstens die galvanische Elektricität in gewissen Fällen durch eine Löthstelle gehen kann, ohne Wärme zu erregen. Eine Löthstelle zwischen Antimon und Wismuth bietet gewifs der Elektricität einen Widerstand dar, der durch eine gewisse Länge Platindraht repräsentirt werden kann, und doch kommt es hier auf die Richtung des Stromes an, ob Wärmeerregung oder Wärmeabsorption stattfindet.

Ich bin bei Aufstellung meiner Formeln und Sätze mit Vorsicht zu Werke gegangen, und habe mich bemüht, dieselben zum reinen Ausdrucke meiner Versuche zu machen. Wenn daher der Hauptsatz, in dem ich

meine Erfahrungen über die elektrische Erwärmung zusammenfafste, aussagt, dafs die Wärmemengen in Drähten, die gleichzeitig eine elektrische Batterie entladen, proportional sind den Verzögerungen, welche diese Drähte einer elektrischen Entladung verursachen, — so ist die Beschränkung, dafs Wärmeerregung und Verzögerung der Entladung in *Drähten* stattfinden müsse, durchaus nothwendig. Hr. de Heer hat nur diese Beschränkung als unnöthig aufzuheben, um sogleich ohne Umformung und Berechnung meiner Formel zu seinem Satze der constanten Wärmeerregung durch eine bestimmte Elektricitätsmenge zu gelangen. Zu diesem Zwecke aber müssen entscheidende Versuche beigebracht werden, und bis diefs geschehen, haben wir Hrn. de Heer's Folgerungen zurückzuweisen, da es unstatthaft erscheint, in der Physik Sätze aufzunehmen, welche nur unter Voraussetzungen gelten, die nicht verificirt worden sind.

X. *Ueber den Durchgang der strahlenden Wärme; von Hrn. M. Melloni.*

(Aus einem Briefe an Hrn. Arago in den *Compt. rend. T. IX p.* 315.)

Die Gesammtheit meiner Versuche über den unmittelbaren Durchgang der Wärme hatte mich darauf geführt, selbst in den durchsichtigsten Körpern eine auswählende (*élective*) Absorptionskraft anzunehmen, die der, welche farbige Mittel auf das Licht ausüben, vollkommen analog ist.

Diese Theorie, welche im Grunde nur ein reiner Ausdruck der beobachteten Thatsachen ist, gestattet ein leichtes Begreifen aller Durchgangs- und Auffangs-Erscheinungen, welche eine gegebene Platte irgend eines diathermanen Körpers darbietet, wenn man sie successiv

verschiedenen Wärmestrahlen, seyen es directe oder durch andere Platten gegangene, aussetzt. Man begreift eben so, warum das Steinsalz alle Arten Wärme gleich gut durchläfst, weil es dazu nur der Voraussetzung bedarf, dafs in diesem Falle die erwähnte auswählende Kraft, welche wir *Diathermansie* [1]) genannt haben, fehle. Das Steinsalz ist dann das für die Wärme, was die farblosen Mittel für das Licht sind. Es gab indefs einen Punkt, wo die Theorie von der Diathermansie mangelhaft erschien. Alle Körper, welche mit der Eigenschaft begabt sind, Wärmestrahlen, je nach ihrer Natur, durchzulassen oder aufzufangen, sind, wie das Glas, weit durchgänglicher für die Wärmestrahlen aus Wärmequellen von hoher Temperatur, als für die von nicht bis zum Glühen

1) Die *Diathermansie* ist eine ganz andere Eigenschaft als die *Diathermanität;* diese bezeichnet die Fähigkeit, einen aliquoten Theil der Wärmestrahlung durchzulassen; jene dagegen drückt die Eigenschaft aus, gewissen Wärmestrahlen nur in gewissen Fällen freien Durchgang zu verstatten. Der Unterschied dieser beiden Eigenschaften der Körper ist so grofs, dafs zwei Lamellen, der Strahlung einer gegebenen Quelle ausgesetzt, zwar sehr wohl denselben Grad von Diathermanität besitzen können, aber dennoch so entgegengesetzte Diathermansien, dafs die von der einen ausfahrende Wärme nicht im Mindesten durch die andere geht, und so umgekehrt. Diefs geschieht in der That bei Alaun und bei schwarzem oder grünem Glase von gegebener Dicke. Andererseits können zwar eine Platte Gyps oder Citronsäure und eine Platte unreinen Salzes, bei hinlänglicher Dicke, wenn sie der Strahlung eines glühenden Körpers ausgesetzt werden, einen gleichen Grad von Diathermanität zeigen, und doch sieht man, wenn man auf sie die Strahlen eines bis 400° C. erhitzten Körpers fallen läfst, blofs die Salzplatte noch denselben Antheil Wärme durchlassen, die andere Platte aber fast keine wahrnehmbare Wirkung geben. Der erste Durchlafs mufs der Diathermanität, der letztere der Diathermansie zugeschrieben werden.

Ich bestehe auf den wahren Sinn dieser beiden Benennungen, weil einige Schriftsteller sie neuerlich ohne Unterscheidung angewandt haben. Die Mehrheit der Physiker wird, hoffe ich, diesem schädlichen Beispiele, das, in die Wärmelehre eingeführt, grofse Verwirrung darin anrichten würde, nicht folgen.

erhitzten Körpern. Nun wissen Sie, dafs die mittlere Brechbarkeit der Wärmestrahlen mit dem Hitzgrad des strahlenden Körpers zunimmt. Daraus folgt, dafs die Diathermansie im Allgemeinen eine Tendenz zur Durchlassung der brechbareren Strahlen hat, d. h. dafs die in diathermanen Körpern vorhandene Art von *Wärmefärbung* eine analoge Wirkung ausübt, wie das Violett, das Indigo, und das Blau bei den Erscheinungen farbiger Mittel. Allein, warum findet man unter den diathermanen Substanzen keine dem Roth oder Orange vergleichbaren Diathermansien? Das ist die Frage, die mich seit längerer Zeit quälte. Sie ist, täusche ich mich nicht, vollständig gelöst in der Abhandlung, welche ich der Academie zu überreichen die Ehre habe.

Ich bemerke zuvörderst: 1) dafs die Natur der Diathermansie ganz unbekannt und von den Körpern, wo sie existirt, ganz untrennbar ist; 2) dafs es blofs Einen Körper frei von Diathermansie giebt; 3) dafs dieser Körper starr und leicht durch Wasser und Feuer zerstörbar, also ganz anders beschaffen ist, als die so ungemein zahlreichen farblosen diaphanen Substanzen, so wie die farbigen Mittel, denen man den Farbstoff durch Ausziehung nehmen, und, wenn sie dessen beraubt sind, fast immer, sey es direct, oder auf dem Wege der Lösung oder Schmelzung, geben kann, ohne dadurch die Molecularbeschaffenheit, aus der die Durchsichtigkeit entspringt, wesentlich zu ändern.

Ich bemerke ferner, dafs die zur Anfertigung farbiger Gläser angewandten Farbstoffe den Wärmedurchlafs des weifsen Glases verringern, ohne im Allgemeinen die Diathermansie zu ändern, d. h. dafs diese Stoffe die Menge der Wärme verringern, die Qualität derselben aber unangetastet lassen. Die schwarze Substanz [1]) und eine gewisse grüne, bewirken dagegen eine grofse Aenderung in der Qualität der das Glas zu durchdringen fähigen Wärmestrahlung; und wenn man die Natur die-

1) Welche? Vergl. Ann. Bd. XXXXVII S. 166. *P.*

ser Veränderung untersucht, so findet man, dafs sie aus einer Absorption der brechbareren Strahlen der Wärmefluth entspringt; die beiden genannten Substanzen besitzen also eine Tendenz, in ganz umgekehrtem Sinn, wie alle sonst bekannten diathermanen Substanzen zu wirken. Allein andererseits läfst sich nicht ermitteln, ob sie wirklich für die wenig brechbaren Strahlen der Quellen von niederer Temperatur durchgänglich sind, weil die Glasmasse, der sie beigemischt sind, fast alle diese Strahlen auffängt. Um zu sehen, ob diese Substanzen wirklich die genannte Eigenschaft besitzen, müfste man sie mit Steinsalz verbinden, eine Substanz, die, wie schon erwähnt, von jedem auswählenden Auffangsvermögen entblöst ist. Allein hier tritt der Uebelstand ein, dafs es wegen der leichten Veränderlichkeit des Salzes sehr schwer hält die Verbindung zu bewirken.

Glücklicherweise giebt es eine schwarze Substanz, die sich in Gestalt einer dünnen Schicht den Steinsalzplatten anheften läfst und doch in diesem Zustand eine sehr merkliche Diathermanität bewahrt; es ist Kienrufs, den man mittelst einer Kerzenflamme aufträgt, was, wenn es mit etwas Geschick ausgeführt wird, vollkommen gelingt, ohne Sprünge und Ritzen in der Steinsalzmasse zu bewirken. Die so zubereiteten Steinsalzplatten bieten den gesuchten anomalen Fall eines Körpers dar, *welcher Strahlen aus Quellen von niederer Temperatur in gröfserem Verhältnisse durchläfst als Strahlen aus Quellen von höherer Temperatur.* Durch diese sonderbare Eigenschaft ist das berauchte Steinsalz, in der Ordnung der Erscheinungen des Wärmedurchgangs, auf die nämliche Linie gestellt, welche die rothen und orangefarbenen Mittel beim Lichtdurchgang einnehmen.

Um diese schöne Erscheinung augenfällig zu machen, und ihr zugleich den sonderbaren Widerspruch mit den Durchgangswirkungen aller andern Substanzen zu rauben, nehme ich eine Steinsalzplatte von zwei bis drei Zoll

Länge, und ziehe auf einer Seite Querlinien, welche sie in drei gleiche Theile theilen. Den einen lasse ich in seinem natürlichen Zustand, an den zweiten hefte ich eine Schicht irgend eines diathermanen Körpers, ohne Rücksicht auf seine Durchsichtigkeit, z. B. ein Blättchen von schwarzem oder weifsem Glimmer, eine Schicht von farblosem oder farbigem Firnifs, von Hausenblase, Terpenthin oder Glas u. s. w.; den dritten schwärze ich über einer Kerzenflamme. Darauf versehe ich meinen Transmissions-Apparat [1]) mit verschiedenen Wärmequellen, und nachdem ich mit jeder derselben eine constante Ablenkung am Thermomultiplicator hervorgebracht habe, lasse ich vor der Oeffnung des Schirms die drei Abtheilungen der Steinsalzplatte vorübergehen. Die erste läfst immer eine gleiche Menge einfallender Strahlen durch; die zweite giebt einen mit der Temperatur der Wärmequelle steigenden Durchlafs; die dritte endlich läfst umgekehrt um so weniger Wärme durch, als die Temperatur der Wärmequelle höher ist. Sieht man nicht in diesem Versuch ein genaues Abbild von dem, was vorgeht, wenn man, durch eine und dieselbe Reihe von weifsen und gefärbten Gläsern, Flammen von verschiedener Farbe betrachtet?

Steinsalzplatten, bis zu dem Punkt geschwärzt, dafs sie vollständig opak geworden, bewahren noch einen gewissen Grad von Diathermanität. Den Strahlungen aus Quellen von hoher Temperatur ausgesetzt, können sie offenbar nur dunkle Wärme durchlassen. Allein Glas und Glimmer, beide schwarz und opak, lassen auch einen gewissen Antheil dunkler Wärme durch, wenn sie den von glühenden Körpern ausströmenden Fluthen ausgesetzt werden. Ich ward begierig diese beiden Arten von, aus derselben leuchtenden Quelle kommenden dunkeln Wärme mit einander zu vergleichen. Das habe ich gethan, und mich dabei überzeugt, dafs die Eigen-

1) S. Annalen, Bd. XXXV S. 562.

schaften der beiden Wärmefluthen sehr verschieden sind. In der That, ungefähr die Hälfte der Wärme, die durch schwarzen Glimmer oder schwarzes Glas gegangen, geht frei durch eine Platte gewöhnlichen Glases, während dieselbe Platte von der durch geschwärztes Steinsalz gegangenen Wärme kaum einige Hundertel durchläfst: *Mithin enthält die strahlende Fluth der Flammen und der Quellen von hoher Temperatur nicht blofs verschiedene Arten von leuchtender Wärme* [1]*), sondern auch mehre Arten von dunkler Wärme.*

Wenn man die Wärmestrahlen eine Schicht Kienrufs, je nach der Temperatur der Quelle, in mehr oder weniger starkem Verhältnifs frei durchdringen sieht, so könnte man vermuthen, dafs die geschwärzten thermoskopischen Instrumente, die man beim Studium der strahlenden Wärme so häufig anwendet, den Grad ihrer Empfindlichkeit mit der Beschaffenheit der einfallenden Fluth wechselten. Allein zum grofsen Glück für die Wissenschaft ist diese Voraussetzung nicht erlaubt, weil Raisonnement und Erfahrung mir bewiesen haben, dafs *wenn man ein geschwärztes Thermoskop folgweise der Wirkung verschiedener Wärmestrahlungen von gleicher Intensität aussetzt, die Kienrufsschicht dem thermoskopischen Körper stets eine gleiche Temperatur mittheilt, welchen Ursprungs die Strahlen auch seyn mögen, oder welche Abänderungen man sie auch, vor ihrer Ankunft am Instrument, hat erleiden lassen.*

1) Wir bedienen uns dieses Ausdrucks, um dem in Lehrbüchern der Physik üblichen Gebrauch zu folgen. Klar ist indefs, dafs nach der Entdeckung des Verfahrens, durch welches man dem Licht seine wärmende Eigenschaft nehmen kann, es, genau gesprochen, weder leuchtende Wärme, noch dunkle Wärme giebt, sondern einfach Wärmestrahlen mit und ohne Lichtstrahlen.

XI. *Ueber den Verlust einer halben Wellenlänge bei der Reflexion an der Hinterfläche eines brechenden Mittels; von Hrn. Babinet.*

(*Compt. rend. T. VIII p.* 708.)

Zur Erklärung der Farbe in der Mitte der Farbenringe und namentlich des schwarzen Flecks, welchen man bei Reflexion in der Mitte der von Newton studirten und von Hooke zwischen zwei, eine Luftschicht einschliefsenden Gläsern von sphärischer Gestalt und gleicher Natur gebildeten Ringen betrachtet, so wie endlich der complementaren Farben der reflectirten und durchgelassenen Ringe nimmt man an, die Reflexion an der Hinterfläche eines die Luft an Dichtigkeit übertreffenden Mittels weiche ab von der Reflexion an der Vorderfläche durch die sonderbare Eigenthümlichkeit, dafs der Weg des an der Vorderfläche reflectirten Strahls genau um eine halbe Wellenlänge gröfser sey, als der Weg des an der Hinterfläche reflectirten Strahls (gleichviel bei welchem Einfallswinkel!), d. h. gröfser um die Hälfte der Strecke, welche bewirkt, dafs zwei Strahlen, die ursprünglich im Einklang stehen, wieder übereinstimmen, wenn einer von ihnen um diese Strecke verzögert wird. Diese Herleitung aus der Theorie kann unabhängig von jeder Hypothese über die Farbenerscheinungen dünner Blättchen zur Evidenz gebracht werden.

I. Strahlen, die durch eine schmale Oeffnung gegangen und durch ein flaches Prisma (*plaque-prisme*, ein Prisma dessen brechender Winkel wenig von 180° abweicht) in zwei interferirende Bündel zerlegt worden, liefs ich auf eine dicke Platte mit parallelen Flächen fallen. Die Hinterfläche dieser Platte war zur Hälfte mit *Spiegelfolie belegt*, so dafs man die Reflexion an dieser

Hinterfläche in den drei folgenden Fällen bewirken konnte: 1) die zwei interferirenden Bündel werden beide an den nicht belegten Theil der Hinterfläche reflectirt; 2) das eine Bündel wird an dem belegten, das andere an dem nicht belegten Theil reflectirt; 3) beide Bündel werden an der belegten Fläche reflectirt.

Das Resultat des Versuchs ist, dafs im ersten und dritten Fall, wo die Reflexionen von gleicher Natur sind, d. h. von den stärker brechenden auf das schwächer brechende, oder von dem schwächer brechenden auf das stärker brechende Mittel geschehen, die mittlere Interferenzfranse weifs ist, und die interferirenden Strahlen im Einklang stehen, da sie gleiche Wege durchlaufen haben; wogegen in dem zweiten Fall, wo die beiden Reflexionen von entgegengesetzter Natur sind, die mittlere Franse schwarz, der Verlust einer halben Wellenlänge also sichtbar ist.

II. Wendet man eine prismatische Platte an, benetzt deren Hinterfläche, statt sie mit Folie zu belegen, blofs mit einer Flüssigkeit, die brechend genug ist, um die totale Reflexion zu verhindern, und läfst nun die Strahlen, welche die totale Reflexion an der unbelegten Fläche erlitten haben, interferiren mit denen, welche an der benäfsten partiell reflectirt worden sind, so kann man die Wirkungen beider Reflexionen vergleichen. Man findet dadurch, dafs der total reflectirte Strahl einem Strahle gleich zu achten ist, der einen *kürzeren* Weg durchlaufen hat, als der partiell reflectirte Strahl, so dafs die Mitte der Interferenzfransen sich nach Seite der partiell reflectirten Strahlen schiebt, wenn man von der Stellung, wo beide Strahlen entweder total oder partiell reflectirt werden, zu derjenigen übergeht, wo der eine die totale und der andere die partielle Reflexion erleidet.

III. Dasselbe Verfahren kann auch dazu dienen, die Reflexion an Metallen bei verschiedenen Einfallswin-

keln zu studiren, indem man zwei Strahlen interferiren läfst, von denen der eine an einer Glasfläche, der andere an einer daran stofsenden und in deren Verlängerung liegenden Metallfläche reflectirt wird. Die Verschiebung der mittleren Interferenzfranse, wenn der eine Strahl am Glase und der andere *unter verschiedenen Einfallswinkeln* am Metall reflectirt worden, wird über die Natur dieser letzteren, von keiner Refraction begleiteten, Reflexion sehr wichtige Aufschlüsse geben.

XII. *Apparat zur Beobachtung der dunklen Linien im Spectrum; von Hrn. M. Dujardin.*

(*Compt. rend. T. VIII p.* 253.)

Dieser Apparat ist bestimmt die Linien des Spectrums dem bloſsen Auge zu zeigen. Er besteht aus einem weiten Rohr, von 16 bis 20 Centimeter Länge, das zur Auffangung des Lichts an einem Ende einen Schlitz von der Breite eines halben Millimeters besitzt. Dieſs Rohr wird gegen das Tageslicht gerichtet, in der Weise, daſs die Lichtstrahlen, die durch ein am andern Ende befindliches System von Prismen stark abgelenkt werden, in's Auge gelangen. In diesem System wird das Spectrum, statt es, wie Fraunhofer gethan, nach allen Richtungen zu vergröſsern, bloſs in der Breite ausgedehnt, in dem es folgweise durch mehre Prismen geht, die so gestellt sind, daſs es in jedem das Minimum der Ablenkung gegen den einfallenden Strahl erleidet. Wenn so z. B. das Lichtbündel, welches beim Durchgang durch das erste Prisma, das Minimum der Ablenkung für die grünen Strahlen erlitten hat, vom zweiten Prisma aufgenommen wird, so erfährt es ein zweites Mal das Minimum der Ablenkung, dann ein drittes und ein viertes, ohne daſs der Lichtverlust beträchtlich wäre, weil die Schiefe des Einfalls nicht groſs seyn kann, wenn man die Prismen zweckmäſsig wählt.

XIII. *Ueber die Isomorphie zwischen manchen kohlensauren und salpetersauren Salzen; vom Grafen Franz Schaffgotsch.*

Wer die wichtigen Dienste einigermafsen erwägt, welche die Lehre von den isomorphen Substanzen der Chemie geleistet hat, wird gewifs mit mir die Meinung theilen, dafs uns die Wissenschaft keine erfolgreichere Wahrheit darbietet, als den Isomorphismus, und keinen treueren Wegweiser, sobald es gilt, das wirkliche Atomgewicht eines Körpers zu finden. In der That führen die anderen zu diesem Zwecke anwendbaren Mittel, wie namentlich das Dulong'sche Gesetz der umgekehrten Proportionalität zwischen Atomgewicht und specifischer Wärme oder die Volumentheorie nur zu oft auf unlösbare Widersprüche. Wer möchte wohl z. B. für Schwefelsäure und Tellursäure, welche bekanntlich mit SO^3 und TeO^3 bezeichnet werden, bei der unleugbaren Analogie beider Substanzen, die so ungleichartigen Symbole SO^9 und Te^2O^3 einführen, und doch folgt die erstere Formel aus dem specifischen Gewicht des Schwefelgases, welches drei Mal schwerer gefunden wurde, als es die Berechnung giebt, und die andere Formel aus der specifischen Wärme des Tellurs, welche das Doppelte der berechneten beträgt. Wie viel klarer und verständlicher ist dagegen die Sprache, in welcher die Krystallform zum Chemiker redet; wie trefflich steht sie mit den allgemeinen chemischen und physikalischen Analogieen der Körper im Einklange. Es genügt, auf die Aehnlichkeit zwischen Kobalt und Nickel, zwischen Thonerde, Eisenoxyd und Chromoxyd hinzudeuten; besonders befriedigend ist aber die innere Harmonie der Lehre vom Isomorphismus, welche aus der Thatsache hervorgeht, dafs isomor-

phe Substanzen die Gleichheit der Form auch auf ihre mannigfaltigen Verbindungen übertragen, sobald dieselben nur analoger Mischung sind. So ist Antimon isomorph mit Arsenik, und beide Elemente vertreten einander ohne Formänderung im Fahlerz und Rothgiltigerz. Aus der Gleichheit der Gestalt, die Schwefelblei und Selenblei zeigen, folgert man die Isomorphie des Schwefels mit dem Selen, und diese Isomorphie findet sich in zahllosen schwefelsauren und selensauren Salzen wiederholt. Gleichwohl giebt es ein Paar Fälle, welche die in Rede stehende Lehre in auffallende Widersprüche zu verwickeln und ihre Untrüglichkeit zu schmälern scheinen; ich meine nämlich die Isomorphie zweier ungleichartig zusammengesetzter Schwefelmetalle, des Schwefelkupfers (Cu^2S) und Schwefelsilbers (AgS), und zweitens die Isomorphie zweier ungleich constituirten Säuren, der Kohlensäure (CO^2) und der Salpetersäure (N^2O^5). Diese beiden Ausnahmen, von denen die erste auf der Analyse des Fahlerzes, die zweite auf der krystallographischen Vergleichung des Aragonits mit salpetersaurem Kali und des Kalkspaths mit salpetersaurem Natron beruht, schienen mir ganz besondere Aufmerksamkeit und eine genaue Untersuchung zu verdienen. Die folgenden Zeilen, welche aus der Ueberzeugung hervorgegangen sind, dafs sich das Gesetz der Isomorphie nimmermehr selbst widersprechen könne, haben den Zweck, nachzuweisen, dafs die erwähnten Schwierigkeiten nur scheinbar sind, und sich auf eine, wie ich hoffe, ungezwungene Weise heben lassen.

Was zunächst die Isomorphie von Schwefelkupfer und Schwefelsilber betrifft, so hat H. Rose erwiesen, dafs das silberfreie Fahlerz nach der Formel:

$$\dot{R}^4\dddot{R} + \dot{R}^4\dddot{R}$$

zusammengesetzt ist, wenn $\dot{R}$ Schwefelkupfer, $\dot{R}$ Schwefeleisen und Schwefelzink, $\dddot{R}$ Schwefelantimon und Schwefel-

felarsenik bedeutet, so wie auch, dafs dieselbe Formel für das, gleiche Gestalt besitzende, silberhaltige Fahlerz gilt, wenn man das, gewöhnlich durch Ag bezeichnete Schwefelsilber mit unter das Symbol Ṙ aufnimmt, mit anderen Worten, wenn man das Atomgewicht des Silbers halb so grofs setzt, als bisher. Obwohl nun zu Gunsten dieser Aenderung noch die specifische Wärme des Metalls, so wie die Aehnlichkeit des Chlorsilbers mit dem Quecksilberchlorür, HgCl, spricht, so wurde sie dennoch für unzulässig gehalten, und zwar wegen der von E. Mitscherlich entdeckten Isomorphie zwischen schwefelsaurem Silberoxyd und schwefelsaurem Natron, welches letztere doch nur *ein* Atom Metall enthält. Das Atomgewicht des Natriums gleichfalls auf die Hälfte zu reduciren, scheint der Umstand zu verbieten, dafs kräftige Basen, wie unter andern Kalk und Bleioxyd, gleiche Atome Radical und Sauerstoff zu enthalten pflegen; doch verliert dieser Einwurf wohl sein Gewicht, wenn man bedenkt, dafs eine so schwache Base, wie Platinoxydul, gleichfalls ein Atom Metall auf ein Atom Sauerstoff enthält, und dafs andererseits eine der stärksten Basen, das Ammoniumoxyd, füglich als eine Verbindung von einem Atom Sauerstoff mit zwei Atomen Radical, d. h. als $2NH^4+O$ betrachtet wird. Von der höchsten Wichtigkeit ist es hiebei, dafs Ammoniumoxyd mit Kali isomorph ist, wie z. B. im Alaun, und Kali wieder isomorph mit Natron, z. B. in manchen Abänderungen des sogenannten Periklins oder auch in der Verbindung mit Salpetersäure nach den Beobachtungen Frankenheim's, der Kalisalpeter in der Form des Natronsalpeters anschiefsen sah. Es ist wahr, dafs man bei Halbirung der bisher üblichen Atomgewichte des Natriums und Silbers für das Natriumsuperoxyd und das jüngst von Wöhler aufgefundene Silberoxydul die aufsergewöhnlichen Formeln NaO und Ag^4O aufstellen mufs;

allein beide Verbindungsstufen finden Analoga im Wasserstoffsuperoxyd HO und im Phosphoroxyd P^4O. Es hält uns also in der That nichts davon ab, die Atome des Kaliums, Natriums und Silbers halb so grofs zu nehmen, als bisher, wo dann die zwischen Schwefelkupfer und Schwefelsilber vorhandene Isomorphie wohl begründet, und in keiner Weise anomal erscheint.

Was den zweiten zu erörternden Fall anlangt, nämlich die vermeintliche Isomorphie zwischen Kohlensäure und Salpetersäure, so stellt sich dieselbe als eine einfache Consequenz der beiden folgenden Annahmen dar, dafs nämlich erstens kohlensaurer Kalk mit salpetersaurem Kali und salpetersaurem Natron, und dafs zweitens Kalk mit Kali und Natron isomorph sey. Die erstere Annahme ist offenbar über jeden Zweifel erhaben; denn es steht fest, dafs einerseits der Kalkspath mit dem drei-und-einaxigen Natronsalpeter, und andererseits der Arragonit mit den ein-und-einaxigen Kalisalpeter in Hinsicht auf Krystallform und Spaltbarkeit so gut wie identisch ist. Die zweite Annahme hingegen wird, wie man leicht sieht, durch die vorhin entwickelte Theorie der Constitution des Kalis und Natrons unmöglich gemacht; auch ist die Isomorphie des Kalks mit den Alkalien nie recht im Ernst behauptet worden, indem die als Belege dieser Meinung bisweilen aufgeführten Analysen gewisser Zeolithe durchaus nicht als entscheidende Beweise gelten können. (s. G. Rose's Elemente d. Krystallographie, 1. Aufl. S. 159 und 161.) Unter den unzähligen künstlich erzeugten Kalk- und Natronsalzen mit gleicher Säure findet sich eben so wenig eine Gleichheit der Krystallgestalt, wie eine sonstige Analogie in den physikalischen Eigenschaften. Was aber die Radicale beider Basen betrifft, so läfst sich ihre Isomorphie, zwar auf Umwegen, doch darum nicht minder strenge nachweisen. Es ist ja Natrium mit Silber isomorph, nämlich im Sulfat, Silber mit Kupfer im Hyposulfantimonit (Fahlerz),

Kupfer mit Eisen im Sulfat, Eisen mit Calcium im Carbonat (Eisenspath). Ich brauche kaum zu erinnern, dafs sich dieser Reihe isomorpher Metalle das Kalium anschliefsen mufs, da, wie schon erwähnt, das salpetersaure Kali auch in den Rhomboëdern des salpetersauren Natrons krystallisirt.

Nach der gangbaren Vorstellungsweise ist im salpetersauren Kali 1 Atom Kalium mit 2 At. Stickstoff und 6 At. Sauerstoff verbunden, was man, nach Dulong's lichtvoller Theorie der Sauerstoffsalze durch die Formel $K+N^2O^6$ ausdrückt. Die oben dargelegte Bestimmung des wahren Kaliumatoms giebt die Formel $K^2+N^2O^6$ oder $K+NO^3$, d. h. eine Verbindung von 1 At. Kalium mit 1 At. Stickstoff und 3 At. Sauerstoff. Der als Arragonit und Kalkspath mit dem Salpeter isomorphe kohlensaure Kalk ist, nach Dulong's Theorie, $Ca+CO^3$, d. h. eine Verbindung von 1 At. Calcium mit 1 At. Kohlenstoff und 3 At. Sauerstoff. Die vollständige Analogie dieser Formel mit der vorigen springt in die Augen, und da Calcium mit Kalium isomorph, da es ferner nichts Ungereimtes ist, eine Isomorphie von Kohlenstoff und Stickstoff gelten zu lassen, so ist auch die Isomorphie des kohlensauren Kalkes mit dem salpetersauren Kali nichts Ungereimtes oder Unbegreifliches. Dafs alles hier Gesagte sich eben so auf das salpetersaure Natron $Na+NO^3$ bezieht, versteht sich von selbst.

Es ist wahr, dafs aufser dem Verhältnifs des Arragonits und Kalkspaths zu den beiden salpetersauren Salzen kein Beispiel bekannt ist, das die Isomorphie von Kohlenstoff und Stickstoff bestätigte; aber so anziehend es auch wäre, Gleichheit der Form bei kleesauren und salpetrichtsauren Salzen aufzufinden, so kommt es doch wohl bei Beweisen nicht auf die Zahl an; auch bezweifelt Niemand die Isomorphie von Zinn und Titan, weil man bis jetzt nur ein Beispiel derselben kennt, nämlich die krystallographische Uebereinstimmung des Zinnsteins

mit dem Rutil. Es ist ferner wahr, dafs Kohlenstoff nnd Stickstoff für sich, aufser der Farblosigkeit und Unveränderlichkeit des Aggregatzustandes, keine Aehnlichkeit besitzen, dafs überdiefs beide Stoffe in ihren Verbindungen meist verschiedenen Proportionen folgen; allein Chrom und Chlor scheinen, ungeachtet ihrer Isomorphie, nicht minder von einander abzuweichen. Der Umstand endlich, dafs man überhaupt *noch* keinen Körper kennt, der eine krystallographische Beziehung zum Kohlenstoff oder Stickstoff hätte, dürfte vielleicht eher zu Gunsten der hier ausgesprochenen Meinung gedeutet werden, wenn man die ausgedehnte Verzweigung der Isomorphie unter den übrigen Elementen erwägt.

Auf diese Weise lassen sich die zu Anfang des Aufsatzes als Ausnahmen hervorgehobenen Fälle, wenn mich nicht Alles trügt, mit der Consequenz des Isomorphismus vollständig versöhnen, wobei man nicht übersehen wird, dafs dieselben, so wenig es auch von vorn herein scheinen möchte, unter einander im innigsten Zusammenhange stehen, so dafs die Erläuterung des einen mit der des anderen steht und fällt.

Bis hieher glaube ich in meinen Folgerungen an der Hand der Erfahrung, unter dem Schutze der Thatsachen fortgeschritten zu seyn; was nun folgt besteht in Vermuthungen, deren Annehmbarkeit ich dem Urtheile des Lesers auf Gnade oder Ungnade überlassen mufs.

Die Ungleichheit der Krystallform bei identischer Mischung, d. h. die Dimorphie läfst sich als eine eigenthümliche Aeufserung der Isomerie betrachten, um so mehr, da sie von andern äufserlichen Verschiedenheiten, z. B. hinsichtlich der Farbe, Härte und Dichtigkeit begleitet zu seyn pflegt. Die organische Chemie ist bekanntlich besonders reich an Beispielen der Isomerie, und hier, wo man häufig den Vortheil geniefst, die Gasvolume der gleich constituirten Körper messen, sie unter sich und mit den Volumen der Bestandtheile vergleichen

zu können, hat es sich meistens herausgestellt, dafs die sogenannte Isomerie eigentlich eine Polymerie ist, dafs heifst, dafs das Atom der einen Substanz dem doppelten oder mehrfachen Atome der andern gleichkommt. So ist z. B. das Atom des Essigäthers, der mit dem Aldehyd gleiche procentische Zusammensetzung hat, noch einmal so grofs, als das Atom des letzteren. Es scheint nun der Gedanke nahe zu liegen, dafs es mit der Isomerie unorganischer Verbindungen, namentlich bei dimorphen Mineralsubstanzen eine ähnliche Bewandtnifs habe, mit andern Worten, dafs die Ungleichheit der Form von der ungleichen Anzahl einfacher Atome herrühre. So könnte man sich mit specieller Anwendung auf den Gegenstand dieser Abhandlung vorstellen, dafs die Zusammensetzung des Kalkspaths, des drei-und-einaxigen Kalisalpeters und des salpetersauren Natrons durch die Formeln $Ca^2 + C^2 O^6$, $K^2 + N^2 O^6$ und $Na^2 N^2 O^6$ auszudrücken sey, die Zusammensetzung des Arragonits und ein-und-einaxigen Salpeters hingegen durch die Formeln $Ca + CO^3$ und $K + NO^3$. Nach dieser Hypothese ist der Kalkspath ein Dolomit

$$(CaCO^3 + MgCO^3),$$

in welchem ein Calciumatom die Stelle des Magnesiumatomes einnimmt, und umgekehrt ist der Talkspath (abgesehen vom Eisengehalt) ein Dolomit, dessen Calcium durch Magnesium ersetzt wird, kurz: alle rhomboëdrischen Carbonate werden durch gedoppelte Formeln zu bezeichnen seyn, während für die ein-und-einaxigen, wie Strontianit, Witherit, Weifsbleierz die Symbole einfach bleiben. Die ausnehmende Häufigkeit der Zwillingsbildung bei den letzteren Substanzen, so wie beim Kalisalpeter, würde dann vielleicht ein Bestreben andeuten, das Atom zu verdoppeln und in das andere Krystallisationssystem umzuschlagen, indem der stumpfe Seitenkantenwinkel jener prismatischen Gestalten nicht beträchtlich von 120° abweicht, so dafs die Zwillinge einiger-

mafsen der regulären sechsseitigen Säule des Kalkspaths ähneln.

Die Krystallform des Barytocalcits, welcher aus gleichen Atomen kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Baryt besteht, sollte, nach dem Gesagten, drei-und-einaxig seyn, gehört aber weder diesem noch dem ein-und-einaxigen System an, sondern erscheint, nach Brooke, als zwei-und-eingliedrige Säule mit gerader Abstumpfung der stumpfen Seitenkanten und zwei auf diese Kanten gerad aufgesetzten vorderen schiefen Endflächen. Nichts destoweniger ist die Aehnlichkeit dieser Form mit dem Hauptrhomboëder des Kalkspaths überraschend. Wendet man das letztere nämlich so, dafs eine seiner Kanten senkrecht steht und der tiefste Punkt des Krystalls nach vorn zu liegt, so erhält es das Ansehen eines zwei-und-eingliedrigen Prismas mit einer vorderen schiefen Endfläche, die gegen zwei vordere Säulenflächen so geneigt ist, wie diese gegen einander, d. h. unter 105° 5'. Beim Barytocalcit beträgt der stumpfe Kantenwinkel der Säule 106° 54', die Neigung der oberen Endfläche gegen die vorderen Säulenflächen 102° 54'. Die zweite Endfläche repräsentirt die geradangesetzte Endfläche des Kalkspaths, und, was vor Allem wichtig, die drei Spaltungsrichtungen haben eine denen des Kalkspaths entsprechende Lage. Erwähnenswerth ist ferner, dafs der Kalkspath einer Zwillingsverwachsung von zwei-und-eingliedrigem, augitartigem Habitus fähig ist.

Es scheint, als ob bisweilen die Isomorphie zweier Substanzen mit der Gleichheit ihrer Atomgewichte im Zusammenhange stände, z. B. bei Kobalt und Nickel, bei Zink und Kupfer, Tellur und Antimon, Platin und Iridium. Derselbe Fall oder vielleicht Zufall tritt bei den gleich krystallisirenden kohlensauren und salpetersauren Salzen ein, sobald man für letztere, wie oben geschah, die Atomgewichte auf die Hälfte reducirt; dann

ist nämlich, sonderbar genug, $CaCO^3$ (632,5) = KNO^3 (633,5) und $MgCO^3$ (535) = $NaNO^3$ (534).

Ob die, versuchsweise für die Dimorphie des kohlensauren Kalks, gegebene Erklärung mit einiger Wahrscheinlichkeit auch auf andere dimorphe Substanzen, z. B. das Eisenbisulfuret auszudehnen sey, diese Untersuchung gehört offenbar nicht hieher; ich besorge ohnehin, mich schon zu lange auf einem Gebiete bewegt zu haben, wo man bei jedem Schritte Gefahr läuft, in die Fallstricke unrichtiger Analogieen zu gerathen. Doch eine Bemerkung sey mir noch zum Schlusse erlaubt.

Es könnte gefragt werden, ob es sich denn der Mühe lohne, wegen einiger, noch dazu der Mineralogie entlehnter Erscheinungen, mehrere der üblichen Atomgewichte, und zwar gerade so häufig in Anwendung kommende, zu modificiren. Diese Frage scheint mir der gegenwärtige Zustand einer Wissenschaft, welche in der Atomistik ihre Grundlage täglich mehr erkennt, unbedenklich zu bejahen. Die sogenannten Aequivalente mögen genügen, wo es sich um nichts Höheres handelt, als die Bestandtheile einer Verbindung nach Procenten auszurechnen.

1) Nicht unpassend dürfte es seyn, hier noch zu erwähnen, dafs Prof. Th. Clark zu Aberdeen vor einigen Jahren versucht hat, einen andern Fall von Ungleichförmigkeit der Zusammensetzung bei isomorphen Salzen auf eine analoge Weise zu erklären. (In einer Broschüre betitelt: *On a difficulty in isomorphism etc.*) Diesen Fall bieten *schwefelsaures Natron* ($\dot{Na}\dddot{S}$), *schwefelsaures Silberoxyd* ($\dot{Ag}\dddot{S}$) dar, welche (wie auch selensaures Natron ($\dot{Na}\dddot{Se}$), selensaures Silberoxyd ($\dot{Ag}\dddot{Se}$)) isomorph sind, *nicht* mit mangansaurem Baryt ($\dot{Ba}\dddot{Mn}$), sondern mit *übermangansaurem Baryt*, dessen Zusammensetzung doch von ganz anderer Form ist, nämlich $= \dot{Ba}\ddddot{Mn}$. Hr. Cl. zeigt nun, dafs, wenn man das Atomgewicht des Natriums und des Silbers *verdoppele*, sich durch folgende dreierlei Betrachtungsweisen dieser Salze eine Uebereinstimmung herbeiführen lasse:

XIV. *Dimorphie und Amorphie; von Th. Graham.*

(Mitgetheilt vom Dr. Fr. Jul. Otto, aus dessen Bearbeitung von Graham's *Elements of Chemistry*, Heft III.)

Einige starre Körper erleiden in ihrem starren Zustande eine Veränderung der Eigenschaften, für welche sich bei den Gasen und Flüssigkeiten kein Analogon findet. Dafs ein und derselbe Körper unter verschiedenen Umständen zwei unvereinbare Krystallgestalten annehmen kann, ist schon erwähnt worden; es sind als Beispiele der Schwefel, der Kohlenstoff, der kohlensaure Kalk, das kohlensaure Bleioxyd, das zweifach schwefelsaure Kali, das chromsaure Bleioxyd angeführt. Am zweifach phosphorsauren Natron und an einer grofsen Anzahl von Mineralien finden wir dasselbe. Die dimorphen Krystalle können eine verschiedene Dichtigkeit besitzen: so sind die specifischen Gewichte des Kalkspaths und des Arragonits, der beiden Gestalten (Formen) des kohlensauren Kalks 2,719 und 2,949; oder es kann überhaupt jede Aehnlichkeit in den Eigenschaften der Krystalle verschwunden seyn, wie es bei dem Demant und dem Graphit, den beiden Gestalten des Kohlenstoffs, der Fall ist. Man hat gefunden, dafs die Gestalt welche der Schwefel und der kohlensaure Kalk annehmen, von der Temperatur abhängig ist, bei welcher sich die Krystalle dieser Körper bilden, und dafs sich, mit Berücksichtigung dieser Temperatur, willkührlich die eine oder die andere der beiden Gestalten hervorbringen läfst. Wenn man eine Auflösung von Chlorcalcium in eine Auflösung

Schwefelsaures Natron	Na.8O.2S	$NaO_2.2SO_3$	$Na.2SO_4$
Schwefelsaures Silber	Ag.8O.2S	$AgO_2.2SO_3$	$Ag.2SO_4$
Uebermangansaurer Baryt	Ba.8O.2Mn	$BaO_2.2MnO_3$	$Ba.2MnO_4$

Die Folgerungen hieraus werden Jedem, der mit dem Gegenstande einigermafsen vertraut ist, sich leicht von selbst ergeben. *P.*

von kohlensaurem Ammoniak gieſst, so erhält man den kohlensauren Kalk als ein Pulver, dessen Körner unter dem Mikroskop die Gestalt des Kalkspaths oder die Gestalt des Arragonits zeigen, je nachdem die Auflösungen eine Temperatur von 10° C. oder 66° C. besaſsen. Wird ein groſser Krystall von Arragonit durch eine Weingeistlampe erhitzt, so verknistert er, und zerfällt in ein Pulver, welches aus Körnern von der Kalkspathgestalt besteht. Bei höherer Temperatur entstandene Krystalle von Schwefel, werden undurchsichtig, wenn man sie einige Tage an der Luft liegen läſst, und ändern sich dabei von selbst in Krystalle von der andern Gestalt um, während bei niederer Temperatur gebildete Schwefelkrystalle durch gelindes Erwärmen zerfallen und in die andere Gestalt übergehen. Diese Thatsachen sind wichtig, weil sich durch dieselben eine Beziehung zwischen der Dimorphie und dem Erstarren bei verschiedenen Temperaturen herausstellt.

Eine beträchtliche Veränderung der Eigenschaften bemerkt man auch oft an Körpern, welche nicht krystallisirt sind, oder bei denen doch die Krystallgestalt unbestimmt. So besitzt das Schwefelquecksilber, welches man durch Fällung einer Auflösung von Quecksilbersublimat mit Schwefelwasserstoff erhält, eine schwarze Farbe, während das sublimirte, und das durch Schütteln von Quecksilber mit einer Auflösung von Kaliumpersulfuret bereitete Schwefelquecksilber, der Zinnober, die bekannte rothe Farbe darstellen. Erhitzt man aber den Zinnober so stark, dafs Schwefel aus demselben zu entweichen beginnt, und wirft man ihn dann schnell in kaltes Wasser, so wird er wieder schwarz; bei langsamen Erkalten bleibt er roth. Gleichwohl hat das Schwefelquecksilber im schwarzen Zustande ganz dieselbe Zusammensetzung wie im rothen Zustande. Frisch sublimirtes Quecksilberjodid besitzt eine lebhaft gelbe Farbe, und kann diese bisweilen lange Zeit hindurch behalten; aber

gewöhnlich ändert sich beim Erkalten das Gelb in ein schönes Scharlach um, und durch Drücken läfst sich diese Umänderung augenblicklich bewerkstelligen. Das durch Fällung eines Antimonoxydsalzes mit Schwefelwasserstoff erhaltene Schwefelantimon kann durch Erhitzen bis zum Schmelzpunkte des Zinns von allem Wasser, welches es enthält, befreit werden, ohne seine eigenthümliche rothbraune Farbe zu verlieren; aber wenn man es ein wenig über diese Temperatur erhitzt, so schrumpft es zusammen, und wird schwarz und metallglänzend wie das unlösliche Schwefelantimon, ohne dafs dabei ein Gewichtsverlust stattfindet. Wird, auf der andern Seite, dieses schwarze Schwefelantimon stark erhitzt in Wasser geworfen, so verliert es seinen Metallglanz und bekommt ziemlich wieder das Ansehen des durch Fällung erhaltenen Schwefelantimons [1]). Die salpetrigsauren Salze sind bald weifs, bald gelb; und aus einer Auflösung von schwefelsauren Manganoxydul schiefsen oft gleichzeitig farblose und rothe Krystalle dieses Salzes an, welche eine ganz gleiche Zusammensetzung zeigen.

Dergleichen Verschiedenheiten der Farbe sind permanent, und dürfen nicht mit den von der Temperatur abhängigen Farbenveränderungen verwechselt werden: so ist das Zinkoxyd im stark erhitzten Zustande citrongelb bei niederer Temperatur aber milchweifs; Quecksilberoxyd ist in höherer Temperatur viel röther als in niederer, und zweifach chromsaures Kali, das in Krystallen roth ist, wird beim Schmelzen ganz schwarz. Selbst im gasförmigen Zustande können Körper vorübergehende Veränderungen dieser Art erleiden, so ist z. B. der bei mittlerer Temperatur orangefarbene Dampf der salpetrigen Säure unter 0° fast farblos und in höherer Temperatur viel dunkler.

Die glasähnliche Beschaffenheit, der glasige oder

1) Es ist wahrscheinlich, dafs das schwarze Schwefelquecksilber und das rothbraune Schwefelantimon amorph sind; siehe weiter unten.

amorphe (gestaltlose) Zustand, welchen einige starre Körper annehmen können, ist eine bemerkenswerthe Modification der starren Form. Die Körper sind in diesem Zustande nicht krystallisirt, sie zeigen beim Zerbrechen gekrümmte, keine ebenen Flächen, oder ihr Bruch ist, in der Sprache der Mineralogen, *muschlig*. Die Abneigung oder Unfähigkeit zu krystallisiren, welche die Ursache ist, dafs die Körper zu einem Glase erstarren, tritt bei einigen Körpern mehr hervor als bei andern; sie zeigt sich besonders bei der Phosphorsäure und Borsäure, und deren Verbindungen. Das zweifach phosphorsaure und das zweifach arsensaure Natron besitzen fast ganz gleiche Eigenschaften, wenn aber beide geschmolzen sind, so erstarrt das erste beim Erkalten zu einem durchsichtigen farblosen Glase, das zweite zu einer weifsen undurchsichtigen krystallinischen Masse. Das phosphorsaure Salz entläfst beim Erstarren in gleicher Zeit merkbar weniger Wärme als das arsensaure, weil es in dem glasigen Zutsande wahrscheinlich einen Antheil seiner Flüssigkeitswärme, d. h. seiner latenten Wärme, in einem Zustande von chemischer Verbindung zurückhält. Keine der Verbindungen der Kieselsäure mit einer Base, das ist: kein nur Eine Base enthaltendes Silicat, erstarrt nach dem Schmelzen zu einem Glase, nur allein sehr basisches Bleisilicat ausgenommen; sie krystallisiren alle. Wird aber ein Gemenge dieser Silicate geschmolzen, so zeigt dasselbe eine eigenthümliche Klebrigkeit und Zähigkeit, es scheint die Fähigkeit zu krystallisiren verloren zu haben, und bildet beständig ein Glas. Unser gewöhnliches Glas besteht aus solchen Gemengen von Silicaten. Das Glas wird bisweilen entglast, wenn man es längere Zeit hindurch in der Hitze weich erhält, in Folge der Trennung der Silicate von einander und deren Krystallisation, und es ist bekannt, dafs Glas von sehr einfacher Zusammensetzung zu dieser Veränderung am meisten geneigt ist. Wahrscheinlich unterscheiden

sich alle Körper im glasigen und im krystallisirten Zustande durch die Menge der gebundenen Wärme, welche sie enthalten, wie diefs für diese beiden Zustände am geschmolzenen Zucker beobachtet worden ist. (Seite 50) [1]).

Frisch geschmolzene und frisch sublimirte arsenige Säure stellt sich als ein durchsichtiges, schwach gelbliches Glas dar, aber mit der Zeit wird sie allmälig von selbst undurchsichtig und milchweifs (emailähnlich). Die Umänderung fängt an der Oberfläche an, schreitet nach der Mitte zu vorwärts, und es vergehen oft Jahre ehe sie in grofsen Massen vollendet ist. Die arsenige Säure ist dann nicht mehr glasig, sie ist in eine Menge kleiner Krystalle umgeändert, woher ihre Undurchsichtigkeit rührt, und ihre Dichtigkeit und Auflöslichkeit sind zugleich verändert worden. Der Uebergang aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand kann aber auch plötzlich stattfinden, und es zeigt sich dann eine von

1) Die hier citirte Stelle ist die folgende: — Es ist bekannt, dafs der Zucker als ein durchsichtiger und farbloser Körper, der im Aeufsern dem Glase gleicht (Gerstenzucker, Bonbon), und als eine weifse, undurchsichtige, körnig krystallinische Masse (Hutzucker) erhalten werden kann. Der Uebergang aus dem glasigen (amorphen, gestaltlosen) Zustande in den krystallinischen ist von beträchtlicher Wärmeentwicklung begleitet, was den Naturforschern entgangen zu seyn scheint. Läfst man geschmolzenen Zucker bis anf ungefähr 38° C abkühlen, und zieht man ihn dann, während er noch weich und zähe ist, rasch und öfters aus, indem man ihn stets doppelt zusammerlegt, bis er endlich aus einer Masse von Fäden besteht, so steigt die Temperatur so hoch, dafs sie der Hand unerträglich wird. Mittelst des Thermometers fand ich, dafs sich in einer beträchtlichen Masse in weniger als zwei Minuten die Temperatnr von 40° auf 80° C. erhob. Nach diesem Freiwerden von Wärme bildet der Zucker beim Abkühlen nicht mehr eine glasartige Masse, sondern er besteht dann aus kleinen Körnern von Perlglanz. Dieselbe Veränderung kann auch allmälig erfolgen, so z. B. wenn ein Stück Gerstenzucker oder ein Bonbon mit der Zeit weifs und undurchsichtig wird, aber wir haben dann kein Mittel, um dabei das Freiwerden der latenten Wärme, von welcher diese Umänderung abhängig ist, zu erkennen.

H. Rose beobachtete interessante Erscheinung. Die glasige (amorphe) arsenige Säure scheint sich in verdünnter siedender Salzsäure ohne Veränderung aufzulösen, aber beim Erkalten setzt die Auflösung Krystalle von der undurchsichtigen Säure ab, und es zeigt sich ein, im Dunkeln bemerkbarer, Lichtschein bei der Bildung eines jeden Krystalls. Dieser Lichtschein ist von dem Uebergange aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand abhängig, und zeigt diesen Uebergang an; denn man bemerkt ihn nicht, wenn man anstatt der glasigen arsenigen Säure schon undurchsichtige Säure in der Salzsäure auflöst und auf gleiche Weise krystallisiren läfst. Eine noch gröfsere Veränderung als die eben beschriebenen Veränderungen wird in gewissen Körpern durch Erhitzen derselben ohne irgend eine entsprechende Veränderung ihrer Zusammensetzung, bewirkt. Einige Metalloxyde, z. B. die Alaunerde, das Chromoxyd, das Zinnoxyd, verlieren ihre Auflöslichkeit in Säuren, wenn man sie bis zum Rothglühen erhitzt. Dasselbe findet bei mehren Salzen statt, z. B. bei einigen phosphorsauren, antimonsauren und kieselsauren Salzen. Alle diese Körper enthalten chemisch gebundenes Wasser in dem Zustande, wo sie in Säuren sehr leicht auflöslich sind; diefs Wasser wird bei erhöhter Temperatur ausgetrieben, aber im Allgemeinen vor der Temperatur, bei welcher sie die Auflöslichkeit verlieren, so dafs dieser Wassergehalt nicht die alleinige Ursache der Auflöslichkeit seyn kann. Berzelius beobachtete zuerst eine an dergleichen Körpern, wenn man sie der Einwirkung der Hitze aussetzt, beim Uebergange aus dem auflöslichen in den unauflöslichen Zustand, oft wahrnehmbare Erscheinung. Sie fangen nämlich plötzlich an zu glühen und zu leuchten, indem in Folge von Wärmeentlassung ihre Temperatur über die Temperatur der Gefäfse steigt, in denen sie erhitzt werden. Das seltene Mineral Gadolinit bietet ein schönes Beispiel einer solchen Veränderung dar. Wird dasselbe

erhitzt, so scheint es zu brennen, es giebt Licht aus und wird gelb, aber erleidet keinen Gewichtsverlust. Viele Körper zeigen ein schwaches Leuchten (Phosphorescenz) beim Erhitzen, das zu der erwähnten Veränderung in keiner Beziehung steht, und davon unterschieden werden mufs.

Hinsichtlich dieser Veränderungen der Körper, welche so tief in ihre chemischen Eigenschaften eingreifen, kann als gewifs angenommen werden, dafs die Körper nach dieser Veränderung eine gewisse Quantität Wärme nicht mehr enthalten, die sie vor derselben in einem gebundenen oder latenten Zustande enthalten haben müssen. Es wird kein wägbarer Bestandtheil entfernt, nur dieser Verlust an Wärme (Wärmestoff) findet statt. Es ist wahr, dafs in einigen dieser Körper gleichzeitig eine andere Lagerung der kleinsten Theile vor sich gehen kann, wie z. B. in dem schwefligsauren Natron, das sich beim Erhitzen ohne Gewichtsverlust in ein Gemenge von schwefelsaurem Natron und Schwefelnatrium umändert:

$$4\,NaO.SO_2 = 3\,NaO.SO_3 \text{ und } NaS.$$

Aber es wird schwierig seyn eine Erklärung dieser Art den Oxyden, z. B. der Alaunerde und dem Zinnoxydul, die nämlich nur zwei Bestandtheile enthalten, anzupassen. Der beobachtete Wärmeverlust wird die nöthige Erklärung geben, wenn wir annehmen wollen, dafs die Wärme so gut wie die wägbaren Elemente ein Bestandtheil der Körper seyn kann. Da hienach z. B. das Chromoxyd im auflöslichen Zustande mehr gebundene Wärme als im unauflöslichen enthält, so kann es in jenem Zustande als ein höheres Calorid angesehen werden, und es können sich hier Verbindungen in mehren Verhältnissen eben so gut wie bei den wägbaren Stoffen zeigen, es können Calorüre und Caloride so gut wie Chlorüre und Chloride existiren. Es ist zu bedauern, dafs unsere Kenntnifs über die Wärme, als Bestandtheil der

Körper, aufserordentlich beschränkt ist; das bestimmte Verhältnifs, nach welchem die Wärme in das Eis und in andere starre Körper beim Schmelzen, ferner in den Wasserdampf und in andern Dämpfen bei der Verdampfung eingeht, ist ermittelt worden, und eben so die Menge an Wärme, welche bei der Verbrennung mehrerer Körper entwickelt wird, die sich ebenfalls als eine bestimmte ergeben hat. Aber über den Einfluſs, welchen Zugabe oder Wegnahme von Wärme auf die chemischen Eigenschaften eines Körpers haben, lassen sich bis jetzt nur Vermuthungen aufstellen. Die eben betrachteten Erscheinungen scheinen die Annahme zu verlangen: dafs die Wärme ein wirklicher Bestandtheil der Körper sey, der die Eigenschaften derselben sehr beträchtlich modificiren könne. Wollen wir diefs nicht zugestehen, so müssen wir ein wichtiges Gesetz der Physik aufgeben, nämlich das Gesetz: *dafs keine Veränderung der Eigenschaften ohne Veränderung der Zusammensetzung möglich ist.* Geben wir aber zu, dafs die Wärme ein chemischer Bestandtheil der Körper seyn könne, dann dürfen wir die Lösung der jetzt stattfindenden Schwierigkeit erwarten; denn nichts ist gewisser als: *dafs eine Veränderung der Zusammensetzung irgend eine Veränderung der Eigenschaften zur Folge haben wird.* Die Wärme verbindet sich dann in bestimmten Verhältnissen mit den Körpern, und so als Bestandtheil der Körper betrachtet, darf man sie nicht mit der specifischen Wärme derselben oder deren Capacität für fühlbare Wärme verwechseln, welche vielleicht in gar keiner Beziehung zu dieser chemisch gebundenen Wärme steht.

XV. *Ueber den bleioxydhaltigen Arragon von Tarnowitz.*

(Aus einem Schreiben des Prof. Kersten.)

Prof. Breithaupt hatte mir Arragon von Tarnowitz mit dem Wunsche übergeben, dieses Mineral näher zu untersuchen, indem das spec. Gewicht desselben 2,995, also höher, als das des Arragons von andern Fundorten sey.

Ich hatte bereits diese Untersuchung beendigt und das Resultat derselben Prof. Breithaupt und Mehreren mitgetheilt, als ich das neueste Heft Ihrer Annalen erhielt, worin eine Analyse dieses Minerals von Herrn Böttger enthalten ist. Unsere beiderseitigen Analysen stimmen in qualitativer Hinsicht vollkommen überein, und auch ich konnte in dem gedachten Arragon keinen Strontian auffinden, dagegen fand ich den Gehalt desselben an kohlensaurem Bleioxyde zu 2,19 Proc., während Böttger 3,859 Proc. erhalten hat. — Es scheint sonach, als sey der Bleioxydgehalt in diesem Arragon *veränderlich*, eben so wie es mit dem Strontiangehalte der strontianhaltigen Arragone der Fall ist, in denen Stromeyer bekanntlich 0,5 bis 4,01 Proc. kohlensauren Strontian fand.

Ein leichtes Erkennungsmittel des bleioxydhaltigen Arragons ist, dafs derselbe, nach dem Glühen, mit Schwefelwasserstoffwasser übergossen, anfänglich roth, dann schwarz gefärbt wird.

XVI. *Ueber das Knistersalz von Wieliczka; von Heinrich Rose.*

Berzelius [1]) hat zuerst auf den Unterschied des Krystall- und des Decrepitationswassers in den Salzen aufmerksam gemacht. Wenn Salze, die kein chemisch gebundenes Wasser enthalten, aus einer wäfsrigen Lösung krystallisiren, so können sie, nach ihrer verschiedenen Gröfse, kleinere oder gröfsere Mengen von der Mutterlauge aufnehmen; sie können durch's Trocknen dieselbe nicht verlieren, da sie vom Salze eingeschlossen ist. Wird das Salz so stark erhitzt, dafs das Wasser sich in Gas verwandeln kann, so werden die Krystalle gesprengt, eine Erscheinung, welche man bekanntlich das Verknistern nennt. Das Wasser, welches unter Verknistern aus den Salzen davon geht, kann nicht Krystallwasser seyn; denn dieses fängt beim Erhitzen der Krystalle von der Oberfläche derselben an zu entweichen, und läfst, wenn die Krystalle nicht schmelzen, Löcher und Kanäle zurück, durch welche das aus dem Innern sich verflüchtigende Wasser fortgehen kann, ohne den Krystall zu zersprengen. Sehr häufig haben die erhitzten Krystalle, nachdem sie ihr Krystallwasser verloren haben, die Form der wasserhaltigen behalten, Afterkrystalle bildend [2]).

1) Gilbert's Annalen, Bd. XXXX S. 241.

2) Sehr schöne Afterkrystalle kann man besonders durch Erhitzen des krystallisirten zweifach kohlensauren Kalis darstellen, welches dabei sein Wasser und die Hälfte der Kohlensäure abgiebt, und nach dem Erhitzen aus trocknem einfach kohlensaurem Kali besteht, das aber die Form des Bicarbonats beibehalten hat. Wegen der Zerfliefslichkeit des einfachen Carbonats halten sich indessen diese Afterkrystalle nicht an der Luft.

Die meisten Salze, welche beim Erhitzen verknistern, enthalten kein Krystallwasser, jedoch verknistern einige Salze mit Krystallwasser, aber nur solche, die sehr wenig davon enthalten, wie das zweifach kohlensaure Kali, Weinstein, neutrales essigsaures Kupferoxyd u. s. w. Das Verknistern bei diesen Salzen ist aber immer sehr schwach.

Es ist bekannt, dafs das Kochsalz, wie es durch unsere Salinen geliefert wird, beim Erhitzen verknistert; besonders heftig ist dieses Verknistern bei den grob krystallinischen Arten desselben. Das Kochsalz unterscheidet sich durch das Verknistern beim Erhitzen bestimmt von dem in der Natur vorkommenden Steinsalz, das beim Erhitzen nicht verknistert.

Dieser Unterschied zwischen Kochsalz und Steinsalz scheint mir in geologischer Beziehung wichtig zu seyn. Es wird dadurch bewiesen, dafs das Steinsalz nicht durch Verdunstung aus einer wäfsrigen Lösung sich gebildet haben kann, sondern dafs es entweder, wie geschmolzene Gebirgsmassen, im feurig flüssigen Zustande aus Spalten hervorgedrungen ist, oder zum Theil auch wohl, wie am Vesuv, sublimirt seyn kann. Diefs erklärt zugleich, dafs Steinsalz in allen secundären Formationen vorkommt. Bekanntlich ist diese Hypothese schon vor längerer Zeit durch die HH. Joh. v. Charpentier und Leop. v. Buch aufgestellt worden [1]).

Es giebt indessen ein Steinsalz, das beim Erhitzen verknistert. Es kommt zu Wieliczka vor, und ist durch Hrn. Boué zuerst bekannter geworden, der eine Probe davon Hrn. Dumas zur Untersuchung übersandte [2]).

Dieses Steinsalz unterscheidet sich von dem verknisternden Kochsalze dadurch, dafs es nicht nur beim Erhitzen, sondern auch bei seiner Auflösung in Wasser

1) Poggendorff's Annalen, Bd. III S. 75.

2) Ebendaselbst, Bd. XVIII S. 601.

verknistert. In dem Maafse, dafs es sich im Wasser auflöst, entwickeln sich unter Verknistern Gasblasen. Offenbar ist dieses Gas in einem sehr verdichteten Zustande im Salze eingeschlossen, und ist die Ursach, dafs dasselbe sowohl beim Erhitzen, als auch bei der Auflösung im Wasser verknistert.

Dumas fand, dafs das aus diesem Steinsalze erhaltene Gas, mit Sauerstoff gemengt, wie Wasserstoffgas detonirt; vermuthet aber in demselben noch einen Gehalt von Kohlenstoff. Es standen ihm wahrscheinlich nur zu geringe Mengen des Salzes zu Gebote, um genauer das in demselben enthaltene Gas zu untersuchen.

Hr. Prof. Zeuschner in Krakau hatte die Güte, mir gröfsere Mengen des Knistersalzes von Wieliczka zu überschicken, wodurch ich in den Stand gesetzt wurde, die Untersuchungen des Hrn. Dumas zu wiederholen und zu bestätigen.

Das mir übersandte Steinsalz hat neben dem bekannten Kochsalzgeschmack einen schwachen bituminösen. Beim Erhitzen verknistert es sehr stark; es kann dabei, wenn das Salz durch längeres Erwärmen von aller anhängenden Feuchtigkeit vollständig befreit worden ist, kein entweichendes Wasser wahrgenommen werden. Die Erscheinung des Decrepitirens rührt daher nur von dem Entweichen des Gases her.

Beim Verknistern durch's Erhitzen, obgleich dasselbe sehr gewaltsam geschieht, zerspringen die Stücke des Salzes nicht in so kleine Theilchen, wie diefs bei Krystallen des aus wäfsrigen Auflösungen krystallisirten Kochsalzes der Fall ist. Gröfsere Stücke des Steinsalzes behalten sehr häufig nach dem Verknistern ihre Form, nur bemerkt man deutlich opalisirende parallele Streifen in der Richtung der Blätter, die offenbar Spaltungen sind, aus denen das Gas entwichen ist. — Löst man das verknisterte Salz in Wasser auf, so verknistert es beim Auflösen nicht, wenn es vorher hinreichend erhitzt wor-

den war. Setzt man das Knistersalz sehr lange einer mäfsigen Hitze aus, bei welcher es noch nicht verknistern kann, so decrepitirt es nicht oder nur schwach beim stärkeren Erhitzen. Das Verknistern des Salzes ist am stärksten, wenn man es plötzlich stark erhitzt.

Wird das nicht erhitzte Salz mit Wasser übergossen, so löst es sich unter Entwicklung von Gasblasen und Verknistern auf, doch ist dieses Verknistern lange nicht so stark und gewaltsam, wie das durch Erhitzen bewirkte. Wenn das unaufgelöste Salz mit einer concentrirten Auflösung desselben umgeben ist, so hört das Verknistern, aber auch das Auflösen auf.

Unter dem Mikroskope kann man keine Hölungen im Salze wahrnehmen. Benetzt man es mit Wasser, so sieht man, dafs wenn durch Auflösen die Lamellen des Salzes dünner werden, innerhalb derselben kleine Gasblasen entstehen, welche nach der Richtung der Blätter das Salz sprengen (wodurch das Geräusch beim Verknistern hervorgebracht wird), und aus den entstandenen Spaltungen entweichen.

Die Stücke des Knistersalzes, welche klar und durchsichtig sind, verknistern beim Auflösen eben so wie die wolkigen, nicht durchsichtigen.

Dumas hat schon einen Versuch über die Menge des beim Auflösen entweichenden Gases, freilich mit nur sehr kleinen Mengen des Salzes, angestellt. Nach ihm gaben $1\frac{1}{2}$ Cubikcentimeter des Salzes 0,7 Cubikcentimeter, also die Hälfte des Volumens, Gas.

Ich übergofs das Salz mit ausgekochtem Wasser in einem Gefäfse, das damit ganz vollständig angefüllt worden war. Dasselbe stand vermittelst einer Gasableitungsröhre mit dem Quecksilberapparate in Verbindung, welche ebenfalls mit Wasser angefüllt war. Das sich entwickelnde Gas wurde über Quecksilber aufgefangen. Hörte die Gasentwicklung auf, weil das unaufgelöste Salz mit einer concentrirten Auflösung umgeben war, so wurde

durch Kochen letztere mit dem übrigen Wasser vermischt, womit so lange fortgefahren wurde, bis das Salz vollständig aufgelöst worden war. Das Gas wurde darauf vollständig getrocknet und seinem Volumen nach bestimmt.

In drei Versuchen erhielt ich folgende Resultate:

I.	4	Loth	des	Salzes	gaben	4	Cub.	Cent.	Gas
II.	7	-	-	-	-	13	-	-	-
III.	7	-	-	-	-	22	-	-	-

Man sieht hieraus, dafs die verschiedenen Stücke des Salzes nicht gleiche Mengen des Gases geben. Hat man das Knistersalz lange aufbewahrt, besonders an einem nicht sehr trocknen Orte, so scheint es bei der Auflösung bedeutend weniger Gas zu geben.

Das Resultat des dritten Versuchs stimmt übrigens sehr gut mit dem von Dumas gefundenen überein. Denn da das spec. Gewicht des Steinsalzes 2,2 gegen Wasser ist, so nehmen 7 Loth davon (=102,31 Grm.) einen Raum von 46,5 Cub. Cent. ein, was nur etwas mehr als das Doppelte von dem des erhaltenen Gases ist.

Mit Sauerstoffgas gemischt verpufft das erhaltene Gas vermittelst des elektrischen Funkens ziemlich heftig und mit einem lebhaften Lichte. Der Rückstand nach der Verpuffung enthält Kohlensäuregas, das durch Kalihydrat absorbirt werden kann.

Ich habe versucht das erhaltene Gas quantitativ zu analysiren, indem ich es mit Sauerstoffgas verpuffte, und das gebildete Wasser und die Kohlensäure bestimmte; die geringe Menge des erhaltenen Gases, und die grofsen Fehler, die bei dieser Art von Analysen möglich sind, erlauben indessen keine genaue Bestimmung der Bestandtheile.

Bei einem Versuche waren die Resultate folgende: 7,75 C.C. Gas wurden mit 10 C.C. Sauerstoffgas verpufft. Der Rückstand nach der Verpuffung betrug 9,75 C.C., also der gebildete Wasserdampf 8,0 C.C. Nach

der Behandlung mit trocknem Kalihydrat blieben 6,0 C.C. zurück, also waren 3,75 C.C. Kohlensäuregas absorbirt worden. Die rückständigen 6,0 C.C., mit 12,75 C.C. Wasserstoffgas verpufft, hinterliefsen 9,25 C.C., es waren also 9,5 C.C. verschwunden, worin 3,17 C.C. Sauerstoffgas seyn mufsten. Diese 3,17 von den 6,0 abgezogen, geben 2,83 C.C. eines Gases, das wohl nur Stickstoffgas seyn konnte, und vielleicht von atmosphärischer Luft herrührte.

Es hatten also $7,75 - 2,83 = 4,92$ brennbare Gase $10,0 - 3,17 = 6,83$ Sauerstoff verzehrt, und 3,75 Kohlensäure und 8,0 Wasser gebildet.

Wenn man aus diesen Angaben die Bestandtheile des Gasgemenges nach den von Poggendorff gegebenen Formeln [1]) zu berechnen versucht, so stimmen noch am besten die beiden Voraussetzungen, dafs das Gemenge enthalte: 1) entweder Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas und ölbildendes Gas, oder 2) Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas und Sumpfgas (CH^4).

Die erste Voraussetzung giebt:

Wasserstoffgas	2,92
Kohlenoxydgas	0,25
Oelbildendes Gas	1,75
	4,92.

Diese hätten verzehrt		Sauerstoff	6,83
—	—	gebildet Kohlensäure	3,62
—	—	Wasser	6,42

Die zweite Voraussetzung giebt:

Wasserstoffgas	1,17
Kohlenoxydgas	0,84
Sumpfgas	2,91
	4,92.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVI S. 622.

Diese hätten verzehrt: Sauerstoff 6,82
— — gebildet: Kohlensäure 3,75
— — — Wasser 6,99.

Man sieht, dafs die gefundene Wassermenge für beide Voraussetzungen zu grofs ist. Vielleicht mag es erlaubt seyn, den brennbaren Theil des Gases für Sumpfgas zu halten, dann wären indessen die Kohlensäure und das Wasser, noch mehr aber der verzehrte Sauerstoff, zu klein gefunden worden, da bekanntlich das Sumpfgas zur Verbrennung das doppelte Volum von Sauerstoffgas gebraucht, und dabei das einfache Volum von Kohlensäure und das doppelte von Wasser erzeugt.

Wenn indessen das aus dem Knistersalze erhaltene Gas wirklich aus Sumpfgas oder einem ähnlichen Kohlenwasserstoff besteht, so ist dasselbe in dem Salze wahrscheinlich so verdichtet, dafs es bei dieser Verdichtung flüssig oder fest ist, beim gewöhnlichen Drucke der Luft aber gasförmig wird. Daher verknistern die durchsichtigen Stücke des Salzes eben so wie die undurchsichtigen.

Bei einer Wiederholung des Versuchs erhielt ich aus 9,75 C.C. des aus dem Steinsalze erhaltenen Gases, nachdem sie durch Hinzufügung von 25,75 C.C. Sauerstoffgas verpufft worden waren, einen Rückstand von 25,75 C.C.: das gebildete Wasser betrug also 9,75 C.C. Durch Behandlung mit Kali wurden davon 4,75 C.C. Kohlensäure absorbirt, das übrige Gas wurde nicht ferner untersucht. — Die erhaltene Menge von Wasser und von Kohlensäure stimmt mit den aus dem ersten Versuche erhaltenen Resultaten ziemlich überein.

Das Knistersalz von Wieliczka scheint mir in gewisser Hinsicht von Interesse zu seyn. Eine grofse Menge von den in der Natur sich findenden Mineralien, besonders von denen, welche in Gängen vorkommen, zeigen ähnliche Eigenschaften. Kalkspath [1]), Spatheisenstein, Flufs-

1) Nur die undurchsichtigen Arten des Kalkspathes verknistern beim Erhitzen; der durchsichtige isländische Doppelspath verknistert nie.

spath, Bleiglanz, Fahlerze, Kupferkies, Schwefelkies und eine grofse Menge anderer Schwefelmetalle, so wie noch anderer Mineralien verknistern häufig beim Erhitzen, und zwar oft mit grofser Heftigkeit, was Jedem bekannt seyn mufs, der sich mit Löthrohruntersuchungen beschäftigt. Aber eben so häufig verknistern dieselben Mineralien beim Erhitzen nicht, so dafs man unmöglich bei einer Stufe eines Minerals vorher bestimmen kann, ob es beim Erhitzen verknistere oder nicht. Beim Verknistern entweicht, wenn die Mineralien durch Erwärmen vollständig getrocknet worden sind, wie beim Knistersalze, gewöhnlich keine Feuchtigkeit, so dafs man ähnliche Schlüsse auch von diesen Mineralien machen und mit Sicherheit behaupten kann, dafs sie nicht aus wäfsrigen Auflösungen sich abgesetzt haben. Vielleicht rührt das Verknistern, wie beim Knistersalze, von eingeschlossener Luft her, die aber nicht von gewöhnlicher Dichtigkeit seyn kann, weil in diesem Falle das Verknistern nicht mit Heftigkeit geschehen kann, sondern die in einem comprimirten Zustand in den Mineralien enthalten seyn mufs, obschon beim Auflösen des Kalkspathes und des Spatheisensteins in Säuren kein Verknistern, wie beim Auflösen des Knistersalzes in Wasser, bemerkt werden kann. Es ist gewifs mit sehr vielen Schwierigkeiten verknüpft, diese Luft aufzufangen und ihrer Zusammensetzung nach zu bestimmen, da es für diese Mineralien entweder kein leichtes und einfaches Auflösungsmittel giebt, wie es das Wasser für das Steinsalz ist, oder bei der Auflösung eine zu grofse Menge von anderen Gasarten entwickelt wird, wie bei der Auflösung des Kalkspaths und des Spatheisensteins in Säuren [1]).

1) Arragonit giebt beim Erhitzen und Verknistern, wobei er bekanntlich zerfällt, Decrepitationswasser, wodurch er sich vom Kalkspath unterscheidet, so dafs Stromeyer bei seinen Untersuchungen über den Arragonit einen Wassergehalt in demselben annahm, und als einen wesentlichen chemischen Unterschied desselben vom Kalkspath nicht nur den Gehalt von kohlensaurer Strontianerde, sondern auch

Diese Erscheinungen des Verknisterns bei gewissen Mineralien beweisen, dafs bei der Bildung derselben andere Umstände stattfanden, als bei der Bildung von solchen Krystallen, in deren Höhlungen Flüssigkeiten, namentlich Wasser und steinölartige Producte, eingeschlossen sind. Bekanntlich sind diese von H. Davy und Brewster untersucht worden; ersterer hat gefunden, dafs die in den Höhlungen mit dem Wasser eingeschlossene Luft in einem sehr verdünnten Zustande sey. Die Bildung dieser Krystalle, welche wohl fast alle zu den Bergkrystallen gehören, geschah daher bei Gegenwart von Wasser und bei einer Temperatur, in welcher dasselbe gasförmig war.

XVII. *Ueber die Zusammensetzung des Petalit und Spodumen; von Robert Hagen.*

Neueren Untersuchungen von Berzelius zufolge mufs das von Arfvedson für das Lithium aufgestellte Atomgewicht =172,757 [1]) in 80,375 [2]) umgeändert werden. Obwohl die Formeln der lithionhaltigen Mineralien hiedurch augenscheinlich eine bedeutende Umänderung erleiden müssen, so ist doch eine solche bis jetzt noch nicht mit ihnen vorgenommen worden; ich habe daher die beiden lithionhaltigsten Fossilien, Petalit und Spodumen, neuen Analysen unterworfen, und es mir zugleich

den vom Wasser angab (Stromeyer's Untersuchungen, Bd. I S. 30). Aber aus den Versuchen meines Bruders (Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXII S. 353) geht hervor, dafs Arragonit sich nur aus wäfsrigen heifsen Auflösungen krystallisirt abgesetzt haben kann, da er sich durch Erhitzung in Kalkspath verwandelt.

1) *Afhandlingar i Kemi, Fysik och Mineralogie, VI, p.* 145.

2) Berzelius's Jahresbericht, 10.

zur Aufgabe gemacht, die Ursache aufzufinden, die eine so grofse Verschiedenheit in den Angaben über das Atomgewicht des Lithiums veranlafst hatte.

Die Analysen verstattete mir Hr. Prof. H. Rose in seinem Laboratorio anzustellen, und Hr. Prof. G. Rose hatte die Güte, mich mit dem zu den Untersuchungen nothwendigen Material zu versorgen.

Petalit.

Die einzigen Analysen, die wir von diesem Fossil besitzen, rühren von Arfvedson her, der es aus:

Kieselerde	79,212
Thonerde	17,225
Lithion	5,761
	102,198.

bestehend fand, uud dafür die mineralogische Formel $LS^6 + 3AS^3$ aufstellte.

Zur Bestimmung der in dem Petalit enthaltenen Kieselerde und Thonerde schmolz ich 3,003 Gr. des fein gepulverten und geschlämmten Minerals mit dem Dreifachen seines Gewichtes an kohlensaurem Natron, und indem ich die geschmolzene Masse nach der üblichen Methode behandelte, erhielt ich: 2,319 Gr. Kieselerde und 0,516 Gr. Thonerde, was, auf 100 Th. berechnet,

Kieselerde	77,222
Thonerde	17,216

giebt. Von Kalkerde und Talkerde zeigte sich der Petalit frei.

Um die Menge des in dem Petalit enthaltenen Alkalis zu bestimmen, übergofs ich 2,669 Gr. des fein gepulverten und geschlämmten Minerals mit rauchender Fluorwasserstoffsäure, die jedoch nur 2,303 Gr. auflöste. Aus dieser Auflösung, die ich auf die gewöhnliche Weise behandelte, erhielt ich 0,396 Gr. Thonerde und 0,354 Grm. schwefelsaures Alkali, das, nach Arfvedson, reines

schwefelsaures Lithion seyn sollte; letzteres löste ich in Wasser auf und bestimmte den Schwefelsäuregehalt desselben durch Fällung mit essigsaurem Baryt. Dadurch erhielt ich 0,697 Gr. schwefelsauren Baryt =0,239 Gr. Schwefelsäure, was für die Zusammensetzung dieses Salzes in 100 Th. giebt:

Schwefelsäure	67,79
Basis	32,21
	100,00.

Vergleicht man dieses Resultat mit den von Arfvedson für eben dasselbe Salz gefundenen, so sieht man, dafs beide so genau wie möglich mit einander übereinstimmen. Arfvedson fand es nämlich in zwei Versuchen bestehend aus:

	I.	II.
Schwefelsäure	68,65	68,17
Lithion	31,35	31,83
	100,00	100,00

und berechnete hieraus das Atomgewicht des Lithiums zu 172,75.

Da aber, nach Berzelius, das Atomgewicht des Lithiums =80,375 ist, so war es mir mehr als wahrscheinlich, dafs dieses schwefelsaure Salz aufser Lithion noch eine andere Basis enthalte. Bevor ich jedoch zur genauen Untersuchung dieses Salzes schritt, wollte ich mich noch selbst von der Richtigkeit des Atomgewichtes überzeugen. Zu diesem Ende bereitete ich mir aus reinem kohlensauren Lithion schwefelsaures Lithion, liefs dieses krystallisiren, und wandte die gröfsten Krystalle desselben zur Analyse an. 1,002 Gr. dieser Krystalle wogen, nachdem sie längere Zeit hindurch einer erhöhten Temperatur ausgesetzt waren, =0,852 Gr., und hatten demnach =0,150 Gr. an Wasser verloren. Die Krystalle, die hiebei ihre Durchsichtigkeit eingebüfst hat-

ten, wurden nun in Wasser gelöst und mit Chlorbarium versetzt, wodurch =1,8195 Gr. schwefelsauren Baryts =0,6254 Gr. Schwefelsäure erhalten wurden.

Es waren demnach von 1,002 Grm. schwefelsauren Lithions erhalten:

Wasser	0,150
Schwefelsäure	0,6254
Lithion als Verlust	0,2266
	1,0020

was, auf 100 Th. berechnet, giebt:

		Sauerstoff.
Wasser	14,970	13,30
Schwefelsäure	62,417	37,30
Lithion	22,613	12,43
	100,000.	

Berechnet man hienach das Atomgewicht des Lithiums, so findet man dieses =81,566, was mit dem von Berzelius gefundenen =80,375 recht nahe übereinstimmt. Die Formel für das schwefelsaure Lithion wird demnach =$\dot{Li}\,\ddot{\dot{S}}+\dot{H}$.

Es unterlag daher jetzt keinem Zweifel, dafs das bei der Analyse des Petalits erhaltene schwefelsaure Salz nicht reines schwefelsaures Lithion sey, sondern aufser Lithion noch Kali oder Natron, vielleicht auch beide, enthalte. Um die Gegenwart dieser Basen auf directem Wege nachzuweisen, wurde auf folgende Art verfahren. Die bei der Bestimmung des Schwefelsäuregehalts des 0,354 Gr. schwefelsauren Salzes vom Petalit durch essigsauren Baryt erhaltene Flüssigkeit wurde zur Prüfung auf Kali angewandt. Da diese Flüssigkeit, aufser den essigsauren Alkalien, noch essigsauren Baryt enthielt, so wurde sie zur Trockne eingedampft, und dann so lange geglüht, bis die essigsauren Salze in kohlensaure umge-

wandelt waren; worauf die kohlensauren Alkalien von dem kohlensauren Baryt durch Auflösen in kochendem Wasser und Filtration geschieden wurden. Die kohlensauren Alkalien wurden darauf in Chlormetalle umgewandelt, zur Trockne eingedampft, geglüht und dann in der geringst möglichen Menge von siedendem Wasser gelöst; worauf sie zuerst mit starkem Alkohol vermischt und dann eine Auflösung von Platinchlorid hinzugesetzt wurde, die jedoch selbst nach mehrtägigem Stehen keinen Niederschlag verursachte, und daher das Salz als frei von Kali erwiefs.

Es war demnach jetzt gewifs, dafs das schwefelsaure Salz, aufser Lithion, noch Natron enthalte, und wiewohl ich die Menge des Natrons durch Rechnung finden konnte, so schien es mir dennoch nothwendig, die Gegenwart desselben auf experimentellem Wege nachzuweisen. Diefs gelang mir durch folgende Operation vollkommen.

Ich zerlegte fein geriebenen und geschlämmten Petalit durch Fluorwasserstoffsäure, indem ich nach und nach kleine Portionen dieses Pulvers, die vorher mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt waren, in eine Vorlage von Platin brachte und in diese einen Strom von Fluorwasserstoffgas hineinleitete. Das so behandelte Pulver wurde in eine geräumige Platinschale gespült und mit Schwefelsäure versetzt, darauf das Ganze eingedampft und so lange erhitzt, als sich noch Dämpfe von Kieselfluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure entwickelten. Nach dem Erkalten wurde die trockne Masse mit Chlorwasserstoffsäure befeuchtet, und nachdem diese hinlängliche Zeit eingewirkt hatte, wurde das Ganze mit kochendem Wasser übergossen, und dann so lange kohlensaures Ammoniak hinzugesetzt, als sich noch ein Niederschlag von Thonerde bildete, worauf das Ganze filtrirt wurde. Die von der Thonerde abfiltrirte Flüssigkeit, die aufser den schwefelsauren Alkalien des Petalits

noch Salmiak und kohlensaures Ammoniak enthielt, wurde zur Trockne abgedampft, darauf die trockne Masse in einen Platintiegel gebracht und geschmolzen.

Das so erhaltene neutrale schwefelsaure Salz wurde nun in warmem Wasser gelöst und in einem Porcellanschälchen auf eine gelind erhitzte Kapelle zur Krystallisation gestellt. Nach mehrtägigem Stehen hatte sich die ganze innere Wand des Schälchens mit einer Salzhaut überzogen, und auf dem Boden desselben hatten sich einzelne kleine Krystalle gebildet. Die Salzmasse wurde nun vermittelst des Löthrohrs untersucht. Nahm man einen der kleinen Krystalle und blies ihn mit der Spitze der blauen Flamme an, so wurde diese intensiv gelb gefärbt und der kleine Krystall war demnach schwefelsaures Natron; nahm man dagegen etwas von dem obersten Theile der Salzrinde und blies es mit der blauen Flamme an, so wurde diese prächtig purpurroth gefärbt, und diese war demnach schwefelsaures Lithion; nahm man eine Probe aus der Mitte der Salzrinde, so gab der Versuch ein zweifelhaftes Resultat.

Hr. Plattner aus Freiberg, rühmlichst bekannt wegen seiner grofsen Geschicklichkeit im Löthrohrblasen, hatte, bei seiner Anwesenheit in Berlin, die Güte, meine Versuche mit dem Löthrohr zu prüfen, und dabei fand er sie vollkommen bestätigt.

2,669 Grm. Petalit, auf genannte Weise mit Fluorwasserstoffsäure behandelt, hinterliefsen 0,366 Grm. unaufgeschlossen. Aus den 2,303 zerlegten Grm. wurden 0,396 Grm. Thonerde und 0,354 Grm. an schwefelsaurem Salz erhalten, und in dem letzteren fanden sich 0,239 Grm. Schwefelsäure und 0,115 Grm. Basen. Hieraus das Natron und Lithion berechnet [1]), und den Verlust am Ganzen als Kieselerde angesehen, ergaben sich in der zerlegten Menge Petalit:

1) Nach den Formeln im Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie von Liebig und Poggendorff, Bd. I S. 357.

Thonerde	0,396
Natron	0,053
Lithion	0,062
Kieselerde als Verlust	1,792
	2,303

was, auf 100 Th. berechnet, giebt:

		Sauerstoffgehalt.
Kieselerde	77,812	40,423
Thonerde	17,194	8,030
Lithion	2,692	1,484
Natron	2,302	0,588
	100,000.	

Der Controle wegen stellte ich noch eine Analyse des Petalits mit Fluorwasserstoffsäure an. Von 3,811 Grm. Mineral erhielt ich 0,685 Grm. Thonerde und 0,576 Grm. schwefelsaures Natron-Lithion, was, wenn man für letzteres eine gleiche Zusammensetzung, wie vorhin gefunden, annimmt, und den Verlust wieder als Kieselerde ansieht, für 100 Th. Petalit giebt:

		Sauerstoffgehalt.
Kieselerde	77,067	40,036
Thonerde	18,000	8,406
Lithion	2,660	1,466
Natron	2,273	0,581
	100,000.	

Diesen Resultaten gemäfs läfst sich die Zusammensetzung des Petalit durch folgende Formel ausdrücken:

$$\dot{N}a^3\ddot{S}i^4 + 3\dot{L}i^3\ddot{S}i^4 + 15\ddot{A}l\ddot{S}^4,$$

die berechnete Formel giebt:

Kieselerde	77,95
Thonerde	17,34
Lithion	2,73
Natron	1,98
	100,00

Obwohl diese Formel auf den ersten Anblick ungewöhnlich erscheint, so entbehrt sie jedoch durchaus nicht der Analogie, da wir in mehreren anderen Fossilien (Beryll u. s. w.) ebenfalls ein Verhältnifs des Sauerstoffs der Base zu dem der Kieselerde wie 1 : 4 finden. Aufserdem bietet diese Formel noch eine Merkwürdigkeit dar, die vielleicht nur in einem Zufalle, vielleicht aber auch durch eine tiefere Wahrheit begründet ist. Nimmt man nämlich die Zusammensetzung der Kieselerde, statt $Si + 3O$, $Si + 2O$ an, so verwandelt sich diese Formel in folgende sehr schöne symmetrische, in der sämmtliche Glieder aus zweifach-kieselsauren Verbindungen bestehen:

$$\dot{N}a\,\ddot{S}i^2 + 3\,\dot{L}i\,\ddot{S}i^2 + 5\,\ddot{\ddot{A}}l\,\ddot{S}i^6.$$

Fast eben so gut wie die so eben angegebene Formel genügt den Resultaten der Analyse folgende:

$$\dot{N}a\,\ddot{\ddot{S}}i + 3\,\dot{L}i\,\ddot{\ddot{S}}i + 6\,\ddot{\ddot{A}}l\,\ddot{\ddot{S}}i^4,$$

die noch deshalb von Interesse ist, weil sie sich von der für den Spodumen ($\dot{N}a\,\ddot{\ddot{S}}i + 3\,\dot{L}i\,\ddot{\ddot{S}}i + 6\,\ddot{\ddot{A}}l\,\ddot{\ddot{S}}i^2$) nur dadurch unterscheidet, dafs in ihr dieselbe Quantität von Thonerde mit noch ein Mal so viel Kieselerde verbunden ist. Ich möchte mich jedoch ungeachtet dieses gegen diese Formel erklären, da die stärkeren Basen Lithion und Natron sich darin auf einer anderen Sättigungsstufe befinden, als die schwächere Basis, die Thonerde. Auf 100 Th. berechnet, giebt sie:

Kie-

Kieselerde	77,05
Thonerde	18,48
Lithion	2,60
Natron	1,87
	100,00.

Spodumen von Utö.

Da der Spodumen sich viel häufiger in der Natur findet als der Petalit, so ist er denn auch öfter der Gegenstand der chemischen Untersuchung gewesen. Die genauesten Analysen dieses Fossils rühren von Arfvedson [1]) und Stromeyer [2]) her, die ihn folgendermafsen zusammengesetzt fanden:

Kieselerde	66,40	Kieselerde	63,288
Thonerde	25,30	Thonerde	28,776
Lithion	8,85	Lithion	5,626
Eisenoxyd	1,45	Eisenoxyd	0,794
Wasser	0,45	Manganoxyd	0,204
	102,45	Wasser	0,775
			99,463.

Die Analysen, denen ich den Spodumen unterworfen, habe ich auf dieselbe Art ausgeführt, die ich bei dem Petalit umständlich beschrieben, und werde daher hier nur die erhaltenen Resultate anführen.

Von 2,716 Grm. Spodumen, mit dem Dreifachen seines Gewichtes an kohlensaurem Natron geschmolzen, wurden erhalten:

Kieselerde	1,766	Grm.
Thonerde	0,724	-
Eisenoxyd	0,038	-

was, auf 100 berechnet, giebt:

1) *Afhandlingar i Kemi, Fysik och Mineralogie, VI p.* 161.

2) Stromeyer's Untersuchungen.

		Sauerstoff.
Kieselerde	65,022	33,788
Thonerde	26,656	12,449
Eisenoxyd	1,399	0,428.

Von Kalkerde und Talkerde zeigte sich der Spodumen frei.

3,727 Grm. Spodumen durch Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen, gaben:

Thonerde	1,007
Eisenoxyd	0,012
Schwefelsaures Alkali	0,768.

Das schwefelsaure Alkali zersetzte ich durch essigsauren Baryt, und erhielt dabei 1,529 Grm. schwefelsauren Baryt, was 0,525 Grm. Schwefelsäure entspricht; wonach das Salz in 100 Th. besteht aus:

Schwefelsäure	68,386
Basis	31,614
	100,000.

Da eine weitere Untersuchung dieses Salz als frei von Kali erwiefs, und da die Zusammensetzung dieses sehr nahe mit der des schwefelsauren Salzes vom Petalit übereinstimmte, so mufste dieses eben so wie jenes, aufser Lithion, noch Natron enthalten. Um jedoch auch hier die Gegenwart des Natrons auf experimentellem Wege nachzuweisen, behandelte ich 15 Grm. dieses Fossils genau so, wie ich es bei dem Petalit zu eben demselben Zwecke gethan, und hatte denn auch hier das Vergnügen die Gegenwart des Natrons neben Lithion auf das Unzweideutigste nachzuweisen. Hr. Plattner hatte abermals die Güte meine Versuche mit dem Löthrohr einer Controle zu unterwerfen und fand sie vollkommen richtig.

Berechnet man nun die in den 0,768 schwefelsauren Salzes enthaltenen Mengen von Natron und Lithion,

so erhält man: 0,100 Grm. Natron und 0,143 Grm. Lithion. Es sind demnach von 3,727 Spodumen erhalten:

Thonerde	1,007 Grm.
Eisenoxyd	0,014 -
Natron	0,100 -
Lithion	0,143 -
Kieselerde als Verlust	2,463 -
	3,727.

Was für den Spodumen in 100 Th. giebt:

Kieselerde	66,136	34,357
Thonerde	27,024	12,621
Eisenoxyd	0,321	0,098
Lithion	3,836	2,126
Natron	2,683	0,686
	100,000	

und mit der Formel

$$\dot{Na}\dddot{Si} + 3\dot{Li}\dddot{Si} + 6\ddot{Al}\dddot{Si}^2$$

sehr wohl übereinstimmt, die berechnet giebt:

Kieselerde	65,87
Thonerde	27,49
Lithion	3,86
Natron	2,78
	100,00.

Um mich zu überzeugen, dafs die Spodumene von Massachusets und Tyrol wirklich dieser Species angehören, bestimmte ich in diesen die Kieselerde, Thonerde und das Eisenoxyd.

Spodumen von Sterling in Massachusets.

1,604 Grm. dieses Spodumens mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen, gaben:

Kieselerde	1,047
Thonerde und Eisenoxyd	0,442

oder im Hundert:

Kieselerde	65,247
Thonerde und Eisenoxyd	27,556

Spodumen von Radschinsk bei Sterzing in Tyrol.

1,739 Grm. dieses Spodumens mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen, gaben:

Kieselerde	1,149
Thonerde und Eisenoxyd	0,460

oder im Hundert:

Kieselerde	66,027
Thonerde und Eisenoxyd	26,451

wonach es keinem Zweifel unterliegen kann, dafs diese beiden Varietäten auch in der chemischen Zusammensetzung mit dem Spodumen von Utö übereinkommen.

XVIII. *Ueber die sogenannte Becquerel'sche Kette. Aus einem Schreiben des Hrn. F. C. Henrici.*

Harste, bei Göttingen, d. 23. Juni 1839 [1]).

— Ich beeile mich, Ihnen für Ihre trefflichen Annalen die Ergebnisse einiger Versuche mitzutheilen, welche, wie mir scheint, über den wahren Ursprung des in der sogenannten Becquerel'schen Kette auftretenden elektrischen Stromes keinen Zweifel übrig lassen.

Durch zahlreiche elektroskopische Versuche bekannt geworden einerseits mit der kräftigen Elektricitätserregung zwischen Metallen (namentlich Platin) und vielen mit derselben in Contact kommenden Flüssigkeiten, und andererseits mit der sehr geringen Elektricitätserregung zwischen heterogenen sich berührenden Flüssigkeiten, selbst solchen, die eine bedeutende chemische Wirkung auf einander ausüben, fafste ich Zweifel an der Zuläs-

1) Ein Zufall verspätete den Abdruck dieses Schreibens. *P.*

sigkeit der von B. selbst gegebenen und von Andern angenommenen Deutung der Erscheinungen seiner Kette, und sann auf Mittel, die beiden hier in Frage kommenden Flüssigkeiten auf eine jede chemische Action zwischen ihnen ausschliefsende Weise *leitend* zu verbinden. Ich kam sogleich auf folgende einfache Weise zum Zweck. In ein Schälchen mit diluirter Salpetersäure wurde das *eine* Platindrahtende, in ein zweites mit diluirter Aetzkalilösung das *andere* Platindrahtende meines Multiplicators getaucht, und die beiden Flüssigkeiten wurden dann durch Berührung mit zwei rein gewaschenen Fingern leitend verbunden. Augenblicklich erfolgte eine kräftige Ablenkung der Nadel in einer Richtung, als wenn positive Elektricität von der Säure in den Multiplicatordraht übergegangen wäre, also in derselben, als wenn beide Flüssigkeiten sich unmittelbar berührt hätten. Die Erscheinung blieb dieselbe, wie oft auch die Finger aus den Flüssigkeiten herausgehoben und wieder in sie eingetaucht werden mochten. Die elektrische Strömung kann in diesem Falle von einer chemischen Action offenbar *nicht* hergeleitet werden.

Ich füllte nun eine U-förmige Glasröhre mit reinem Wasser, dem zur Verstärkung seines Leitungsvermögens einige Tröpfchen Kochsalzlösung zugesetzt worden, und verschlofs ihre offenen Enden mit Pfropfen von Hollundermark. Die Glasröhre wurde sodann umgewendet, und jedes Ende derselben in ein besonderes kleines Glas gestellt, von denen das eine Salpetersäure, das andere Aetzkalilösung enthielt, welche Flüssigkeiten also auf eine Weise von einander getrennt waren, dafs eine chemische Action zwischen ihnen vor der Hand unmöglich war. In die beiden Gläser wurden darauf Platinstreifen eingesetzt und mit diesen die Enden des Multiplicatordrahts in Berührung gebracht. Die Nadel machte sofort eine kräftige Schwingung in der vorhin bezeichneten Richtung und beruhigte sich bei 52°. An dem Pla-

tinstreifen in der Kalilösung zeigten sich einige Gasblasen.

Aus der Salpetersäure wurde nun der Platinstreifen herausgenommen, derselbe gereinigt in eine, unten durch einen Markpfropfen verschlossene und mit Aetzkalilösung gefüllte Glasröhre gestellt, diese sodann in die Salpetersäure eingesetzt, und zuletzt wieder das abgehobene Multiplicatordrahtende mit dem Platinstreifen verbunden, nachdem die Kalilösung und die Salpetersäure sich innerhalb des Pfropfens bereits erreicht hatten. Die Multiplicatornadel machte sogleich eine kleine Schwingung von 3° bis 4° in einer der vorigen entgegengesetzten Richtung, und beruhigte sich bei etwa $\frac{1}{2}$°, In diesem Falle fand nun die chemische Verbindung des Kali mit der Salpetersäure statt, *während beide Platinstreifen sich in Kalilösung befanden.* Ich schliefse aus diesen Thatsachen:

1) Der elektrische Strom in der Becquerel'schen Kette entspringt zum bei weitem gröfsten Theile aus der Contactwirkung zwischen Platin und Säure einerseits, und zwischen Platin und Alkali andererseits.
2) Der Contact zwischen der Säure und dem Alkali erzeugt ebenfalls einen elektrischen Strom, und zwar in einer gleichen Richtung; die Intensität desselben beträgt aber wahrscheinlich nicht 1 Procent von der Intensität des resultirenden Stroms.
3) Der zuerst erwähnte Strom kann nur aus Contactwirkung entspringen. Es wird daher der Contact heterogener elektrischer Leiter überhaupt, und unabhängig von chemischer Action, als die Quelle der galvanischen Ströme, eine dabei etwa auftretende chemische Action aber als etwas hinsichtlich dieses Stromursprungs ganz Indifferentes zu betrachten seyn. Diese Schlüsse werden auf's Entschiedenste dadurch unterstützt, dafs Platin durch Berührung mit Säuren eine starke positive, mit Alkalien eine negative elektrische Spannung annimmt

Nimmt man zu dem in Rede stehenden Versuche statt der Säuren und Alkalien zwei Salzlösungen, welche das Platin in entgegengesetztem (oder auch nur ungleich stark in gleichem) Sinne elektrisch erregen, und bei deren Zusammentreffen eine Fällung erfolgt, so dafs dessen Eintreten sogleich erkannt werden kann, so kann man sich von der Richtigkeit der so eben gezogenen Folgerungen auf's Vollständigste überzeugen. Als zwei dazu sehr geeignete Flüssigkeiten kann ich (unter vielen) Lösungen von salpetersaurem Quecksilber und von Jodkalium bezeichnen. Bei einem damit angestellten Versuche bewirkte der Hauptstrom, in einer mit der starken positiv elektrischen Erregung des Platins durch die erstere und der negativ elektrischen Erregung des Platins durch die letztere Flüssigkeit übereinstimmenden Richtung, eine dauernde Ablenkung der Multiplicatornadel von 90°, während der aus dem Contact beider Flüssigkeiten entspringende Strom nur höchst geringe Schwankungen der Nadel in der Nähe des Nullpunkts zu bewirken vermochte, welche sogar eine der ersten entgegengesetzte Stromesrichtung zu verrathen schienen. Eine elektrische Spannung zwischen beiden Flüssigkeiten bei der Berührung habe ich mit Hülfe meines höchst empfindlichen condensirenden Elektroskops nicht mit Sicherheit wahrnehmen können.

XIX. *Ueber Blitze ohne Donner; vom Medicinalrath Dr. Ayrer in Harburg.*

Die von dem Hrn. Dr. Reichenbach im Jahre 1837 gemachte Wahrnehmung (siehe die Annalen der Physik und Chemie, von Poggendorff, Bd. XXXXIII S. 531) des in Rede stehenden Gegenstandes interessirte mich

bei der Lectüre dieses Heftes in einem hohen Grade, indem es ein Factum wieder bei mir in Erinnerung brachte, von dem ich während einer längeren Zeit Zeuge war, und welches der Beobachtung an die Seite gesetzt werden kann, die der Hr. Dr. Reichenbach im Juni 1837 im Beiseyn des Hrn. Altgraf Salm und seiner Frau Gemahlin zu machen Gelegenheit gehabt hat.

Bevor ich in meiner Erzählung fortgehe, mufs ich gehorsamst bemerken, dafs ich zwar ein Schüler von Lichtenberg, und häufig, als geborner Göttinger, in seiner Nähe gewesen bin, dafs ich aber in der Sphäre, in der sich dieser berühmte Mann vorzugsweise beschäftigte, jetzt nur als Naturalist auftrete, und dafs ich dasjenige, was ich am 18. Juli 1818 Abends gegen 6 Uhr beobachtet habe, hier so einfach, ohne irgend ein Raisonnement darüber zu machen, geben werde, wie ich dasselbe durch einen Zufall zu bemerken die Gelegenheit hatte. Als practischer Arzt einer kleinen Landstadt wird mir häufig Veranlassung gegeben, ländliche Excursionen zu machen. Gerade auf einer solchen nun, wie gesagt am 18. Juli 1818, nachdem wir des Nachmittags ein sehr starkes Gewitter gehabt hatten, ritt ich Abends zwischen 5 und 6 Uhr über Land, und zwar in der Richtung nach Westen.

Nachdem ich eine kleine halbe Stunde von Harburg entfernt seyn mochte, und eine westlich gelegene Anhöhe erreicht hatte, gewahrte ich einen sehr starken Blitz, der in einer in Westen völlig isolirt stehenden, hoch aufgethürmten, ganz hellen Wolke sich im Zickzack entwickelte. Dabei herrschte eine allgemeine Stille in der Natur, so wie denn auch der ganze Horizont, so weit ich denselben übersehen konnte, von anderen Wolken frei war.

Ich hielt mit dem Pferde still, um die Wolke, welche einen so prachtvollen Gegenstand bildete, theils genauer beobachten zu können, als diefs im Fortreiten ge-

schehen konnte, theils aber auch, um mich ferner zu überzeugen, ob sich in der Wolke noch mehrere Blitze entwickeln würden. Dieſs fand wirklich statt, jedoch nach langen Zwischenräumen; dabei schritt diese groſse Wolke höchst langsam nach Nordwest fort, und in dem Maafse, in welchem dieselbe ihren Zug ruhig und langsam fortsetzte, verkleinerte sich die, wie die Alpen aufgethürmte, helle Masse, und mit ihrer allmäligen Verkleinerung erlöschten die Blitze. Ich verfolgte den Rest der Wolke, so weit mein sehr geübtes und scharfes Auge dieſs nur vermochte, bis derselbe meinem Gesichtskreise völlig entzogen ward. Was mich besonders dabei in Staunen setzte, war der Umstand, daſs nach den Blitzen von mir kein Donner vernommen wurde, wiewohl ich drei Viertelstunden als Zuschauer ruhig auf der Anhöhe hielt, und um mich her Alles in die gröfste Stille versunken war. Eine Täuschung in meiner Beobachtung konnte überall nicht statthaben, einmal weil, wie ich schon angeführt habe, eine Todtenstille um mich her herrschte, zweitens weil ich mich auf einer völlig frei gelegenen Anhöhe befand, und die helle Wolke, einer approximativen Schätzung der Entfernung nach, von dem Standpunkte auf dem Plateau, woselbst ich mich befand, etwa eine Meile betragen konnte, — eine Entfernung, welche bei so starken, in längeren Pausen sich erneuernden Blitzen gewiſs nicht so bedeutend war, um die Donnerschläge nicht zu vernehmen, welche sonst auf die Blitze folgen. Daſs ich mich in der Entfernung der Wolke von meinem Standpunkt ab nicht irren konnte, wenn ich gleich diesen Punkt nicht auf eine astronomische Weise darthun kann, geht daraus hervor, daſs ich die Entfernung der in der Umgegend von Harburg gelegenen Ortschaften *genau* kenne, und daſs ich gerade hiernach den Maafsstab der Entfernung der Wolke berechnete, so wie ich dieselbe oben angegeben habe.

Als Schlufsbemerkung zu diesen Zeilen führe ich

noch an, dafs der Tag, an welchem ich die eben erzählte Beobachtung gemacht hatte, sehr schwül war, dafs wir am Nachmittage ein sehr starkes Gewitter gehabt hatten, und dafs ich die weiter oben beschriebene helle Wolke als Nachhut des gegen Abend längst verschwundenen und ebenfalls nach Norden gezogenen starken Gewitters betrachte.

Endlich führe ich an, dafs dieser kleine Beitrag zur *Geschichte der Blitze ohne Donner* aus denjenigen Notizen genommen ist, welche ich über solche Materien mache, die, einer Aufmerksamkeit werth, auf einzelne Blätter niedergeschrieben sind, und die beim Durchblättern manchen Genufs gewähren.

Ich bin wahrlich nicht so eitel oder anmafsend zu glauben, dafs die von mir gemachte Beobachtung die Frage: »ob es Blitze ohne Donner gebe?« nun gelöst sey; aber ich bin andererseits auch der Ansicht, dafs, wenn man über eine zur Zeit noch im Dunkeln liegenden Materie Licht verbreiten möchte, diefs nur auf die Weise geschehen kann, dafs mit scharfer und strenger Auswahl und mit Methode eine grofse Anzahl zerstreut liegender, jedoch mit Wahrheitsliebe beobachteter Thatsachen zu einem solchen Zweck gesammelt, und dafs dieselben dann als Glieder einer Familie mit Vorsicht und Auswahl vereint werden, um durch ein solches Verfahren zu einer endlichen Gewifsheit über einen Gegenstand in der Naturlehre zu gelangen, über welchen die Meinungen der Physiker getheilt waren.

XX. *Giebt es Donner ohne Blitze?*

In einer Zusammenstellung der Erfahrungen über Gewitter und Blitzableiter (*Annuaire pour* 1838) führt Hr. Arago zur Beantwortung obiger Frage Folgendes an:

Seneca versichert, *es donnere zuweilen, ohne daſs es blitze* (*Quaest. nat. lib. II* §. 18). Ich schäme mich zu bekennen, für Europa fast auf die Aussage von Seneca beschränkt zu seyn. Die Donner ohne Blitze haben, ungeachtet des Aufschlusses, den sie für manche Punkte der Theorie geben könnten, die Aufmerksamkeit der Beobachter wenig erregt; ihre Tagebücher erwähnen derselben nie. Uebrigens werden meine Beweisstellen, wo ich sie auch nehmen mufs, keinen Zweifel an der Allgemeinheit des Phänomens übrig lassen können.

Im October 1751 schrieb Thibault de Chanvalon, zu Martinique, in sein meteorologisches Tagebuch: »Unter acht Tagen, dafs es in diesem Monat donnert, giebt es zwei *ohne Blitze*.« Im November lese ich: »Gewitter (Tonnerre) an einem einzigen Tage; drei etwas starke Schläge, aber *ohne Blitze*.«

Am 19. März 1768 brachte zu Cosseir, am rothen Meer, ein heftiger Gewitterschlag Entsetzen unter die Matrosen der kleinen Barke, in welche der Reisende James Bruce sich eingeschifft hatte; diesem Donnerschlag *war kein Blitz vorangegangen*.

XXI. *Nachtrag zu meiner Notiz über barometrische Höhenmessungen* [1]*; von G. Galle.*

Die in der dritten Lieferung von Kupffer's *Observations météorologiques* gegebenen Barometerbeobachtungen von Petersburg, Katharinenburg und Zlatouste für 1837 ergeben für die Höhen von Katharinenburg und Zlatouste über Petersburg, mit Beibehaltung der früheren Bezeichnungen:

1) Siehe S. 58 dieses Bandes.

Katharinenburg über Petersburg.

1837.	Barom. *P.*	Barom. *K.*	Temp. d. Luft *P.*	Temp. d. Luft *K.*	Diff. d. Temp.	Höhendifferenz.
Jan.	336‴,59	326‴,44	— 7°,5	—13°,2	+5°,7	118ᵀ,6
Febr.	340 ,42	329 ,79	— 3 ,3	—10 ,8	+7 ,5	125 ,0
März	336 ,40	327 ,20	— 4 ,2	— 4 ,8	+0 ,6	110 ,8
April	340 ,31	328 ,94	+ 1 ,8	— 0 ,5	+2 ,3	139 ,2
Mai	337 ,23	326 ,88	+ 7 ,8	+ 8 ,0	—0 ,2	132 ,4
Juni	336 ,26	325 ,96	+10 ,8	+13 ,4	—2 ,6	134 ,7
Juli	336 ,58	325 ,56	+11 ,5	+13 ,1	—1 ,6	144 ,3
Aug.	337 ,13	325 ,78	+13 ,2	+12 ,3	+0 ,9	148 ,8
Sept.	338 ,30	326 ,74	+ 8 ,0	+ 5 ,3	+2 ,7	146 ,7
Oct.	337 ,68	327 ,56	+ 2 ,3	— 0 ,1	+2 ,4	125 ,0
Nov.	337 ,36	331 ,21	+ 1 ,0	— 4 ,0	+5 ,0	74 ,6
Dec.	338 ,71	325 ,67	— 6 ,1	—14 ,7	+8 ,6	152 ,1
Mittel	337‴,75	327‴,31	+ 2°,94	+ 0°,33	+2°,61	129ᵀ,37

Zlatouste über Petersburg.

1837.	Barom. *P.*	Barom. *Z.*	Temp. d. Luft *P.*	Temp. d. Luft *Z.*	Diff. d. Temp.	Höhendifferenz.
Jan.	336‴,59	323‴,51	— 7°,5	—12°,6	+ 5°,1	153ᵀ,8
Febr.	340 ,42	326 ,62	— 3 ,3	—13 ,3	+10 ,0	161 ,9
März	336 ,40	324 ,21	— 4 ,2	— 5 ,2	+ 1 ,0	147 ,2
April	340 ,31	325 ,84	+ 1 ,8	— 0 ,7	+ 2 ,5	177 ,9
Mai	337 ,23	324 ,05	+ 7 ,8	+ 8 ,9	— 1 ,1	169 ,7
Juni	336 ,26	323 ,31	+10 ,8	+12 ,8	— 2 ,0	169 ,9
Juli	336 ,58	323 ,04	+11 ,5	+12 ,4	— 0 ,9	177 ,8
Aug.	337 ,13	323 ,04	+13 ,2	+11 ,5	+ 1 ,7	185 ,3
Sept.	338 ,30	324 ,14	+ 8 ,0	+ 5 ,9	+ 2 ,1	180 ,8
Oct.	337 ,68	324 ,70	+ 2 ,3	— 0 ,8	+ 3 ,1	160 ,7
Nov.	337 ,36	328 ,41	+ 1 ,0	— 5 ,8	+ 6 ,8	108 ,5
Dec.	338 ,71	322 ,99	— 6 ,1	— 2 ,3	+ 6 ,2	185 ,3
Mitt.	337‴,75	324‴,49	+ 2‴,94	+ 0°,07	+ 2°,88	164ᵀ,90

Der Sinn, in welchem die Temperaturdifferenz auf die Höhendifferenz einwirkt, ist also wiederum derselbe, wie der früher bemerkte, nur bei Zlatouste weniger entschieden als bei Katharinenburg.

Um den im vorigen Hefte angedeuteten Grund die-

ser Erscheinung etwas näher auszuführen, nehme ich, nach Kämtz Meteorol. Bd. I S. 231, an, dafs die herrschende Windesrichtung für Petersburg wie für Europa überhaupt westlich ist, dafs also Petersburg durchschnittlich Seewinde hat, während in Katharinenburg immer Landwinde wehen. Da nun Seewinde im Sommer kälter, im Winter wärmer als Landwinde sind, so wird im Sommer das Barometer von Petersburg gehoben und im Winter herabgedrückt [1]), während es in Katharinenburg unter übrigens gleichen Umständen unverändert bleibt; man hat also die in den obigen Zahlen enthaltene Erscheinung. Beim Caspischen und Schwarzen Meere verdoppelt sich diese Einwirkung, wenn man (wie in dem von Lenz angeführten Falle) sich an den beiden nächsten oder den beiden entferntesten Küsten aufstellt, indem ein über beide Wasserflächen fliefsender Luftstrom für den einen Beobachter ein Landwind, für den andern ein Seewind ist. Beobachtungen an den beiden *gleichnamigen* Küsten des Caspischen und des Schwarzen Meeres würden zeigen, ob man diese Erklärung gelten lassen kann. — Bei der immer weiteren Ausbreitung an meteorologischen Beobachtungsstationen auf dem russischen Continent darf man hoffen über die Ursachen dieser Anomalieen zu gröfserer Gewifsheit zu gelangen, da ihre Kenntnifs für die Meteorologie wie für die barometrische Höhenmessung in diesen Breiten von gleicher Wichtigkeit ist.

1) Denn nicht die Richtung der Winde an sich bewirkt ihren bekannten Einfluſs auf das Barometer, sondern die Verschiedenheit ihrer Temperatur von der am Beobachtungsorte vor ihrer Ankunft herrschenden Temperatur. Daher bewirken (für unsere Gegenden) die Nordwinde nur *im Durchschnitt* ein Steigen, die Südwinde ein Fallen des Barometers.

XXII. *Notizen.*

1) *Bohrversuche.* — Die glücklichen Erfolge, mit welchen in neuerer Zeit die Bohrversuche theils auf Wasser, theils auf Steinsalz an verschiedenen Orten belohnt worden sind, haben seitdem eben sowohl zur mannigfachen Vervollkommnung der Bohrwerkzeuge als auch zur Unternehmung immer bedeutenderer Arbeiten dieser Art Veranlassung gegeben. Gegenwärtig sind vier Bohrlöcher bekannt, die alle eine Tiefe von über 1400 Par. Fufs erreicht haben.

Das erste ist das zu *Grenelle* bei Paris, von dem schon zu wiederholten Malen in diesen Annalen (Bd. XXXVIII S. 416; Bd. XXXIX S. 588; Bd. XXXXIII S. 46) die Rede war. Es hatte Anfangs Juni 1839 die Tiefe von 466,5 Met. = 1436,1 Par. Fufs erreicht, ohne indefs seinen Zweck, Wasser zu liefern, bis dahin erfüllt zu haben. Bei 466 Met. Tiefe war man noch in weifser Kreide; ein halbes Meter tiefer drang man in grüne Kreide ein. (*Compt. rend. T. VIII p.* 980.)

Das zweite ist das, welches die K. Preufs. Bergbehörde auf der Saline *Neusalzwerk*, bei *Rehme*, ein Paar Meilen südwestlich von *Minden*, erbohren läfst. Es besafs am Ende Septembers 1839 eine Tiefe von 1485 Preufs. Fufs = 1434,8 Par. Fufs, und lieferte eine überfliefsende Soole von 18°,5 R. Temperatur. Das Gelingen dieser Arbeit, die übrigens noch fortgesetzt wird, verdankt man wesentlich den Verbesserungen, die Herr Oberbergrath v. Oeynhausen seit Juni 1834 an den Gestängen der Bohrwerkzeuge angebracht hat, und seitdem bei den meisten Unternehmungen dieser Art eingeführt worden sind [1]).

1) Eine genaue Beschreibung dieser Verbesserungen findet man in Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. XII S. 73.

Das dritte befindet sich zu *Nowe-Brzesko*, im Königreich Polen, und hatte im Herbst 1838 eine Tiefe von 1585 Poln. Fufs =1403,8 Par. Fufs.

Das vierte endlich ist zu *Cessingen* bei *Luxemburg*, wie das vorhergehende, von Hrn. Rost aus Erfurt angelegt, und zwar auf Kosten einer Actien-Gesellschaft zum Behufe der Erbohrung von Steinsalz. Nach einer von Diesem herausgegebenen Broschüre [1]) hatte das Bohrloch am 30. Apr. 1839 eine Tiefe von 534,85 Met. =1646,50 Par. Fufs.

Von anderweitigen tiefen Bohrlöchern wollen wir nur an das zu *Artern* erinnern, welches, wie schon in diesen Annal. Bd. XXXXII S. 583, erwähnt, in 986 F. Tiefe mit der Auffindung von Steinsalz belohnt ward. Seitdem weiter fortgesetzt, lieferte es im Januar 1838 bei 1000 Fufs Preufs. Tiefe eine Soole von 27,401 Proc. Salz und von 14°,6 bis 15° R. Temperatur (Karsten's und von Dechen's Archiv, Bd. XII S. 96 und 108).

2) *Erdwärme bei Basel.* Prof. P. Merian zu Basel hat das, unweit dieser Stadt, bei der Saline Schweizerhall gemachte Bohrloch benutzt, um mittelst eines Magnus'schen Geothermometers (Ann. Bd. XXII S. 136) die Erdwärme daselbst zu bestimmen. Die Oberfläche des Bodens hat am Bohrloche eine Meereshöhe von ungefähr 800 Par. Fufs. Folgendes sind die Resultate zweier Reihen von Messungen, nach Berichtigung wegen der Zusammendrückung des Quecksilbers:

Tiefe unter Tage.	Erste Reihe.	Zweite Reihe.
64 Schweiz. Fufs	8°,1 R.	
214 - -	9 ,1 -	9°,2 R.
314 - -	10 ,3 - —	
414 - -	11 ,0 - +	10 ,9 - +

1) Mittheilung über den Bohrversuch zu Cessingen bei Luxemburg von Rost.

Nach Merian's Beobachtungen von 1827 bis 1837 incl. ist die mittlere Lufttemperatur =7°,8 R. Die Temperatur in der gröfsten Tiefe zu 11° R. angenommen, beträgt also die *Zunahme* 3°,2 R. für 414 Schweiz. Fufs =124 Meter =382 Par. Fufs, d. h.
0°,84 R. für 100 Par. Fufs oder 1° R. für 119 Par. Fufs.

Die Beobachtungen zu Pregny bei Genf (Annalen, Bd. XXXVIII S. 596) gaben 0°,875 R. Zunahme für 100 Fufs Par. (*Verhandl. der schweiz. naturforsch. Gesellschaft bei ihrer Versamml. in Basel* 1838, S. 72.)

3) *Platzregen in Brüssel.* — Bei dem Regen, der gleich einer Sündfluth am 4. Juni 1839 über einen grofsen Theil von Belgien hereinbrach, und das Dorf Burght, bei Vilvorde, fast gänzlich zerstörte, fielen, nach Herrn Quetelet's Beobachtungen, auf die Terasse der Sternwarte zu Brüssel innerhalb 24 Stunden 112,78 Millimet. =50,0 Par. Lin. Wasser. Das ist um so aufserordentlicher, als der Regen eigentlich nur drei Stunden, von 9 Uhr bis Mittag, mit Heftigkeit anhielt. Von 1830 bis 1838 incl. fielen zu Brüssel nie mehr als 50,3 Millimet. =22,3 Par. Lin. innerhalb 24 Stunden. (*Compt. rend. T. VIII p.* 980.)

4) *Lanthan*, nicht *Lantan.* — Ueberall ist der Name *Lantan* von *λαντάνειν* abgeleitet, aber diefs ist falsch. Hr. Hofr. Marx machte mich darauf aufmerksam, dafs es *λανθάνειν* heifse, man also *Lanthan* schreiben müsse, so gut wie man *Lithium* schreibt und nicht *Litium.* (Aus einem Briefe des Hrn. Prof. Otto in Braunschweig.)

1839. ANNALEN No. 11.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXVIII.

I. *Ueber die Eigenschaften der magneto-elektrischen Ströme. Eine Berichtigung des Aufsatzes von Hrn. De la Rive über denselben Gegenstand; von E. Lenz.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus dem Bulletin der St. Petersburger Academie, T. V.)

Es hat sich unter denjenigen Naturforschern, welche die Quelle der galvanischen Ströme in der chemischen Einwirkung der Flüssigkeiten auf das mehr oxydirbare Metall annehmen, ziemlich allgemein die Ansicht herausgestellt, als hätten die galvanischen Ströme, welche durch verschiedene chemische Wirksamkeit oder aus sonst verschiedenen Quellen erzeugt werden, auch verschiedene specifische Eigenschaften, eben wie die Wärmestrahlen verschiedener Wärmequellen, nach Melloni's Versuchen, in Hinsicht auf Diathermanität mit verschiedenen Eigenschaften begabt sind. Nach dieser Ansicht vermag z. B. der eine Strom mehr zu erwärmen, der andere mehr die Magnetnadel abzulenken, der dritte ist mehr zur chemischen Action geeignet; oder der eine Strom wird durch eine Substanz besser geleitet als durch die andere, obgleich die letztere ein besserer Leiter für einen anderen Strom ist u. s. w. Diese Ansicht ist sehr bequem, um für jede beliebige Erscheinung des galvanischen Stroms eine Erklärung zu finden, durch welche Erscheinung, ohne die Hülfe dieser Ansicht, die angenommene Theorie vielleicht in die Enge getrieben werden würde. — Ich glaube, es ist noch nicht an der Zeit, sich mit vollkommener Ueberzeugung für die Contacttheorie, oder eine der chemischen, oder endlich für ir-

gend eine andere Theorie des Galvanismus entscheiden zu können; jede von ihnen hat ihre schwachen Seiten, und es mag jeder Physiker sein Theil wählen, wie ihm sein wissenschaftliches Gewissen oder sein Glaube an wissenschaftliche Autoritäten es gestattet. Sehr aber an der Zeit ist es, gegen das Nichtige der oben erwähnten Ansicht von der specifischen Verschiedenheit der galvanischen Ströme verschiedenen Ursprungs mit allen möglichen Beweisgründen sich zu stemmen, da eine solche Ansicht, wenn es ihr gelingen sollte als begründet sich in der Physik einzubürgern, ein Schwanken in unserer Ansicht vom galvanischen Strome überhaupt zur Folge haben müfste, welches den Fortschritten der Wissenschaft unendlich schaden würde. — Es ist daher mit besonderem Danke anzuerkennen, dafs die HH. Moser und Dulk im Repertorium der Physik, Bd. II, bewiesen haben, dafs die sogenannte Becquerel'sche Kette keinen solchen specifischen, von anderen Strömen verschiedenen Strom gebe, sondern dafs die Meinung ihres Erfinders, als bringe sie vorzüglich nur chemische, aber keine erwärmenden Wirkungen hervor, nur von seiner Unkenntnifs des Ohm'schen Gesetzes herrühre, eines Gesetzes, dessen Auffindung ohne Zweifel von gröfserem Werthe für die Wissenschaft gewesen ist, als alles, was seit Oersted's Entdeckung in der Bahn des Galvanismus geschehen ist, wenn man die Entdeckung der Magneto-Elektricität durch Faraday ausnimmt.

Eine andere Widerlegung der specifischen Eigenschaft der Ströme in Beziehung auf ihre verschiedenen Thätigkeitsäufserungen geben die neuesten Versuche Jacobi's [1]), wo er nachweist, dafs für hydro-elektrische Ströme von verschiedener Stärke ihre chemischen und ihre magnetischen Einwirkungen einander genau proportional bleiben.

Endlich aber ergiebt sich aus den Versuchen Ohm's,

1) Vergl. Annalen, S. 26 dieses Bandes.

Fechner's, Christie's und den meinigen, wenn man sie zusammenstellt, dafs thermo-elektrische, hydro-elektrische und magneto-elektrische Ströme in Hinsicht auf ihre Fähigkeit, verschiedene Leiter zu durchlaufen, durchaus gleichen Gesetzen unterworfen sind; namentlich wird durch sie völlig genügend dargethan, dafs die von einigen Physikern, z. B. Ritchie und de la Rive, aufgestellte Meinung, als sey das Verhältnifs der Leitungsfähigkeit der verschiedenen Körper für den Galvanismus ein anderes für schwächere Ströme als für stärkere (wenn man die Veränderungen, die durch verschiedene Erwärmungen verursacht werden, in Betracht zieht), völlig unbegründet sey, so dafs dieser Punkt, nach meiner Meinung, keiner weiteren Untersuchung bedarf.

Zu Gunsten der Ansicht von der specifischen Verschiedenheit galvanischer Ströme verschiedenen Ursprungs hat Hr. de la Rive eine neue Untersuchungsreihe unternommen, die er zuerst ausführlich in den *Mém. de la Soc. d. phys. de Genève, T. VIII*, bekannt gemacht hat, von der sich eine deutsche Uebersetzung aber auch in Poggendorff's Ann. Bd. XXXXV S. 163 und 407, befindet, in welcher er zu zeigen sucht, dafs die magnetoelektrischen Ströme in Hinsicht auf das Vermögen, Leiter verschiedener Natur zu durchdringen, ganz anderen Gesetzen unterworfen seyen, als die hydro-elektrischen Ströme. Da diese Versuche von einer der ersten Autoritäten im Gebiete des Galvanismus herrühren und mit vieler Sorgfalt angestellt sind, so war es nothwendig, sie einer ausführlichen Widerlegung zu unterwerfen, was zu thun der Zweck der gegenwärtigen Abhandlung ist.

Hr. de la Rive wendet zu seinen Versuchen eine magneto-elektrische Rotationsmaschine ohne Commutator an, wo der Strom also nach jeder halben Umdrehung des mit der inducirten Spirale umgebenen Ankers seine Richtung ändert; und da er die Stärke solcher sich beständig umkehrenden Ströme nicht durch den Multipli-

cator messen konnte, so bestimmte er sie vermittelst der Erwärmung, die sich an der Spirale eines Breguet'schen Thermometers kund gab, wenn die Ströme durch dieselben geleitet wurden. — Bei dieser Methode der Untersuchungen ist nun zuvörderst *zweierlei* zu bemerken:

1) Es ist möglich, dafs wenn sich eine Reihe von Strömen schnell hinter einander und in beständig wechselnder Richtung folgen, besonders beim Durchgang derselben durch eine Flüssigkeit, die Erscheinungen von ganz anderer Art sind, als für jeden einzelnen Elementarstrom an sich, so dafs also das Abweichende solcher Ströme von den gewöhnlichen Volta'schen Strömen nicht in der Natur der magneto-elektrischen Ströme an sich, sondern in ihrem beständigen Wechsel zu suchen sey; und ich mufs hier ausdrücklich erwähnen, dafs de la Rive selbst sich eigentlich nicht bestimmt darüber ausspricht, wie er die Sache in dieser Beziehung ansieht, wenn man nicht den Titel der ganzen Abhandlung dahin deuten will, dafs er im Grunde doch jedem Elementarstrom an sich das Abweichende von den hydro-elektrischen Strömen zuschreibt. Dem sey aber wie ihm wolle, es kommt mir nur darauf an, unabhängig von der Meinung eines Andern, zu zeigen, dafs die Thatsache einer specifischen Verschiedenheit der magneto-elektrischen Ströme an sich von den hydro-elektrischen unbegründet sey.

2) Das Breguet'sche Thermometer kann, ohne vorhergegangene sorgfältige Prüfung, die de la Rive nicht angestellt hat, durchaus nicht als Maafs der durchgegangenen Ströme gelten, ja nicht einmal in der Art, dafs eine Reihe stärkerer Ströme nothwendig auch einen stärkeren Ausschlag der Nadel zur Folge haben müsse. Dieses wird aus einer genaueren Betrachtung der Umstände, wie die Ströme auf dasselbe einwirken, zur Genüge erhellen. — Die Spirale dieses Thermometers besteht bekanntlich aus drei sehr dünnen Spiralen, die der

Länge nach an einander liegen, einer äufseren silbernen, einer mittleren goldenen und einer inneren aus Platin; es ist mir nicht bekannt, ob nicht bei manchen dieser Instrumente die Spirale nur aus Silber und Platin zusammengesetzt ist, das würde aber in dem Folgenden nichts ändern. Nun wissen wir aber, dafs wenn ein galvanischer Strom diese Spirale der Länge nach durchlaufen soll, er sich in drei Theile theilen wird, proportional den Leitungsfähigkeiten der drei Metalle; es wird also der gröfste Theil desselben durch's Silber, ein etwas geringerer durch's Gold und der geringste durch's Platin gehen. Jeder dieser Ströme erwärmt nun das Metall, durch welches er geht, aber nicht gleichmäfsig, sondern das Platin relativ stärker als das Silber; nur wenn die Erwärmungsfähigkeit durch einen und denselben Strom genau umgekehrt proportional der Leitungsfähigkeit wäre, würde die Erwärmung aller drei Spiralen gleich stark seyn, und der Zeiger des Instruments würde diese Temperatur richtig angeben. Ist dieses aber nicht der Fall, so werden die Spiralen ungleich erwärmt werden, und die Bewegung des Thermometers wird eine ganz unregelmäfsige seyn. Würde z. B. die Platinspirale in bedeutend stärkerem Maafse erwärmt, als sie der schlechtere Leiter ist, so wird der Strom, obgleich er durch's Platin in geringerem Maafse hindurchgeht, dasselbe doch stärker erwärmen als das Silber, und würde diefs z. B. in eben dem Maafse geschehen, als das Platin sich geringer ausdehnt, so würde das Thermometer gar keine Erwärmung anzeigen; wäre die Erwärmungsfähigkeit des Platins gar noch stärker, so würde das Thermometer gar auf eine Erkältung hinweisen. Aus bisher bekannt gewordenen Untersuchungen scheint es, dafs die entwickelten Quantitäten von Wärme, nicht aber die Erwärmung durch den Strom der Leitungsfähigkeit der Metalle umgekehrt proportional seyen; aufserdem aber wird die Erscheinung durch Aenderung der Leitungsfä-

higkeit, durch die Erwärmung selbst, und endlich durch unmittelbare Fortleitung der Wärme aus einer Metallspirale in die anliegenden modificirt, so dafs aus diesem Allen klar wird, wie verwickelt das Phänomen der Erwärmung einer Bregnet'schen Spirale durch den Strom ist, und dafs wir nicht berechtigt sind, ein solches Instrument, ohne frühere besondere Prüfung desselben, die aber Hr. de la Rive nicht angestellt hat, als Maafs des durchgeleiteten Stroms zu gebrauchen.

Da mein Zweck, wie schon gesagt, vor Allem darauf hinausging, zu zeigen, dafs die magneto-elektrischen Ströme an sich keine specifische Verschiedenheit von den gewöhnlichen hydro-elektrischen Strömen haben, so mufste ich beide Umstände, deren ich eben erwähnte, zu vermeiden suchen. Ich wählte also zu meinen Versuchen die Erzeugung eines einzigen momentanen Stroms, erzeugt durch einmaliges Abreifsen eines mit einer elektromotorischen Spirale umwickelten Ankers von einem Magnete; dadurch war mir aber auch schon ein genaues Maafs dieses Stroms durch plötzliche Ablenkung der Doppelnadel eines Multiplicators gegeben. Indem ich nun den Strom durch ähnliche Leiter führte, als welche de la Rive in seinen Versuchen anwendete, beobachtete ich die Ablenkung der Nadel, wie bei meinen früheren Versuchen der Art, für jeden Versuch wenigstens vier Mal, und erhielt als Mittel aus diesen vier Versuchen eine Ablenkung α, aus welcher die Stärke des Stroms F durch die Formel

$$F = p \cdot \sin \tfrac{1}{2}\alpha \quad \ldots\ldots\ldots \quad (A)$$

abgeleitet werden konnte, wie ich solches in meiner Abhandlung (Poggend. Annal. Bd. XXXIV) gezeigt habe.

Ich werde die auf diese Weise gewonnenen Resultate in derselben Ordnung aufführen, welche de la Rive bei seinen entsprechenden Untersuchungen beobachtet hat, und mich daher auf die Abtheilung in seiner Arbeit beziehen.

II. Durchgang der magneto-elektrischen Ströme durch metallene Leiter.

Dafs die magneto-elektrischen Ströme, wie de la Rive bemerkt, durch Verlängerung der leitenden Drähte eine gröfsere Schwächung erleiden, als die gewöhnlichen Hydro-Ströme, ist Demjenigen, dem die Ansicht Ohm's geläufig ist, sehr natürlich, da bei den magneto-elektrischen Ketten die Leitungswiderstände der eingeschalteten Drähte gegen den Widerstand der durch den Magnetismus des Ankers inducirten Spiralen viel bedeutender sind, als gegen den Widerstand einer mehrpaarigen Hydro-Kette. Wenn das Breguet'sche Thermometer ein Instrument wäre, dessen Anzeige den Strömen proportional oder eine bekannte Function der Ströme wäre, so würde man im Stande seyn, aus den Versuchen de la Rive's die Leitungswiderstände seiner inducirten Spiralen zu bestimmen, und dann würde sich zeigen lassen, dafs das Resultat mit dem 14 Meilen Drahte nicht anders seyn konnte, als es sich ergab; so aber lassen sich aus den Versuchen gar keine Folgerungen ziehen.

Wenn aber de la Rive behauptet, dafs die magneto-elektrischen Ströme durch heterogene Leiter *besser geleitet* werden, als durch homogene, so wäre dieſs allerdings ein eigenthümliches Verhalten dieser Ströme, wodurch sie sich nicht nur von allen anderen galvanischen Strömen unterscheiden, sondern wodurch auch der Magneto-Elektricität bei ihrer Fortleitung ganz andere Gesetze zugeschrieben werden müfsten, als allen anderen fortgepflanzten Kräften, da der Einfluſs der Heterogenität bei allen sonstigen Bewegungen, z. B. dem Schall, der Wärme, dem Licht, ein *hemmender*, und nicht ein *fördernder* ist. Vielleicht liegt die Ursache dieser Anomalie bei den Versuchen de la Rive's in der raschen Abwechslung der Richtung; dieſs mögen die Versuche Anderer entscheiden, wobei es aber nothwendig ist, sich nicht des Breguet'schen Thermometers, sondern ande-

rer Mittel, z. B. eines Luftthermometers nach Riefs's Angabe, zu bedienen; dafs aber die Verbesserung der Leitungsfähigkeit durch Heterogenität der Metalldrähte, nicht durch den magneto-elektrischen Ursprung der Ströme veranlafst werde, das lehrt der folgende Versuch.

Es wurden ein 30 Fufs langer Eisendraht und ein eben so langer Kupferdraht von demselben Durchmesser jeder in 10 Theile geschnitten, und von jedem Stücke die Enden auf $\frac{1}{2}$ Zoll weit rechtwinklich acgebogen, wie in der beistehenden Figur die Enden A und B es andeuten. Dann wurden zuerst alle 10 Eisendrahtstücke zu einem einzigen langen Drahte verbunden, indem das Ende A des einen an das Ende B' des andern gelegt und beide stark mit Eisendraht zusammengebunden wurden, eben so wurden auch die 10 Kupferdrahtstücke mit einander verbunden, und dann der ganze Eisendraht mit dem Kupferdraht zugleich und hinter einander in die magneto-elektrische Kette gebracht. — Nachdem die Ablenkung der Multiplicatornadel im Mittel aus den vier einzelnen Ablenkungen beobachtet worden war, wurden die einzelnen Drahtstücke von einander gelöst und alternirend unter einander verbunden, so dafs auf den ersten Eisendraht der erste Kupferdraht, dann wieder ein Eisendraht, dann wieder ein Kupferdraht folgte, und so immer fort. Auf diese Weise war die Länge des ganzen Drahts wieder dieselbe wie früher, und auch die Verbindungsart einmal ganz wie das andere, indem immer nur die Stücke A und B der verschiedenen Drähte mit einander in Berührung waren. Dieser Draht ward nun ebenfalls in die magneto-elektrische Kette gebracht und wiederum die Ablenkung im Mittel aus vier Beobachtungen erhalten. Wurde nun noch die Ablenkung bestimmt, wenn keiner der Drähte sich in der Kette befand, so konnten die Leitungswiderstände beider Drähte aus allen diesen Ablenkungen hergeleitet werden gegen

den Widerstand des Multiplicators + dem des Drahts der elektromotorischen Spirale als Einheit genommen. In der That, heifst die Ablenkung ohne allen eingeschalteten Draht α, die, wenn die Drähte nicht alternirend eingeschaltet wurden, α', und die, wenn sie alternirend eingeschaltet wurden, α''; ist ferner der Widerstand im ersten Fall $=1$, der des nicht alternirenden Drahts $=\lambda$ und der des alternirenden $=\lambda'$, so haben wir aus (A) die drei Gleichungen, wenn die elektromotorische Kraft der inducirten Spirale $=A$ gesetzt wird:

$$\left.\begin{aligned} \frac{A}{1} &= p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha \\ \frac{A}{1+\lambda} &= p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha' \\ \frac{A}{1+\lambda'} &= p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha'' \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (B)$$

woraus sich durch Division der ersten Gleichung durch die beiden folgenden ergiebt:

$$\lambda = \frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha'} - 1$$

$$\lambda' = \frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha''} - 1$$

Die Beobachtungen ergeben aber für den nicht alternirenden Draht

α im Anfange der Versuchsreihe $=103°,13$
α' - - - - $= 14\ ,05$
α am Ende der Versuchsreihe $=103\ ,21$

für den alternirenden aber

α im Anfange der Versuchsreihe $=103°,21$
α'' - - - - $= 14\ ,03$
α am Ende der Versuchsreihe $=103\ ,23.$

Nimmt man für jede Versuchsreihe aus α im Anfange und Ende das Mittel, wodurch der Einfluſs einer etwanigen Schwächung des gebrauchten Magneten eliminirt wird, und berechnet λ und λ' auf die eben gezeigte Art, so erhält man:

$\lambda = 5{,}4219$
$\lambda' = 5{,}4223$

Differenz $= 0{,}0004$.

Diese Differenz ist völlig innerhalb der Gränze der Beobachtungsfehler enthalten; denn sie entspricht einem Beobachtungsfehler für α' oder α'' von 0′,3, während jede einzelne Ablenkung nur bis auf 0°,1 oder 6′,0 beobachtet werden konnte. Somit wird durch diesen Versuch bewiesen, dafs die Heterogenität der metallischen Leiter ihre Leitungsfähigkeit für magneto-elektrische Ströme weder verstärkt noch schwächt, wie solches für Hydro-Ströme und Thermo-Ströme bereits erwiesen ist.

De la Rive bemerkt ferner, dafs die Erwärmung der Drähte von bedeutendem Einflufs auf ihre magneto-elektrische Leitungsfähigkeit sey; für die Richtigkeit dieses Satzes sprechen meine ausführlichen Versuche über die Leitungsfähigkeit der Metalldrähte bei verschiedenen Temperaturen (Poggend. Annalen, Bd. XXXV), da ich mich bei denselben stets magneto-elektrischer Ströme bedient habe; einen Beweis dieses Einflusses für hohe Temperaturen will ich hier noch einschalten, da er dem de la Rive'schen Versuche hierüber nahe kommt. Es wird bei der magneto-elektrischen Maschine von Clark zur Hervorbringung der Glühversuche ein etwa 1 Zoll langer und sehr feiner Platindraht angewendet, der zwischen zwei Kupferleitern ausgespannt ist. Ich habe bei Anfertigung einer solchen Maschine die Leitungsfähigkeit dieses Drahts bestimmt, wenn er die gewöhnliche Zimmertemperatur hat, und wenn er durch eine darunter gehaltene Lampe zum Rothglühen gebracht wurde. Ich erhielt hierbei folgende Ablenkungen α, und berechnete daraus folgende Leitungswiderstände λ:

Ohne Einschaltung des Drahts	$\alpha = 97°,79$;	$\lambda = 1$
Der Draht bei 15° R.	$\alpha = 49\ ,05$;	$\lambda = 0{,}8153$
Der Draht rothglühend	$\alpha = 28\ ,86$;	$\lambda = 2{,}0237$.

Hiernach wäre die Leitungsfähigkeit des Platins bei der Rothglühhitze gegen die bei 15 R. $= \frac{0{,}8165}{2{,}0237} = 0{,}40287$.

Ich habe in der oben angeführten Abhandlung die Leitungsfähigkeit des Platins bei der Temperatur n, gegen die des Kupfers bei $0° = 100$ gesetzt, durch die folgende Formel bestimmt:

Leitungsfähigkeit des Platins

$$= 14{,}165 - 0{,}039 . n + 0{,}00006586 . n^2.$$

Sucht man hieraus die Temperatur, bei welcher das Platin 0,40287 Mal schlechter leitet, als bei 15°, so ergiebt sich eine Temperatur von 590°,6. Pouillet hat für die Rothglühhitze des Eisens 720° gefunden, was mit dem so eben gefundenen Resultat sehr wohl vereinbar ist, wenn man dabei bedenkt, dafs eigentlich nur die Hälfte des einen Zoll langen Platindrahts wirklich die Rothglühhitze gehabt haben mag, während die Enden durch ihre Berührung mit den dicken Kupferdrähten, an welchen sie befestigt sind, durch Ableitung eine niedrigere Temperatur haben müssen, wodurch die Leitungsfähigkeit des glühenden Drahts gröfser ist, als ohne diesen Umstand, und also die Temperatur 590°,6 geringer.

III. Durchgang magneto-elektrischer Ströme durch flüssige Leiter.

In Bezug hierauf gelangt Hr. de la Rive in seiner Abhandlung zu folgenden zwei Hauptresultaten:

1) Auf magneto-elektrische Ströme hat die Länge der Flüssigkeitsschicht einen bei weitem gröfseren Einflufs, als auf hydro-elektrische Ströme.

2) Zwischenplatten, vermittelst derer man den flüssigen Leiter unterbricht, wirken fast gar nicht (später sagt de la Rive geradezu: *gar nicht*) auf magneto-elektrische Ströme, während sie bekanntlich die Hydro-Ströme bedeutend schwächen.

Was den ersten Punkt betrifft, so ist es natürlich, dafs in Ketten, wo eingeschaltete Flüssigkeiten einen gröfseren Theil des Gesammtwiderstandes ausmachen, eine Vergröfserung des Widerstandes der Flüssigkeit durch Verlängerung in ihrem Einflufs auf den Strom merklicher seyn mufs als in andern, wo die Flüssigkeiten der Kette selbst einen bei weitem gröfseren Widerstand ausüben, als die eingeschaltete Flüssigkeit; also merklicher in magneto-elektrischen Ketten, die nur aus Metallen bestehen, als in zusammengesetzten Hydroketten.

Auffallend aber ist das zweite oben angeführte Gesetz, wonach der Widerstand des Ueberganges aus flüssigen in feste und aus festen in flüssige Leiter gar keine merkliche Gröfse haben soll, während er für Hydroketten gewöhnlich den bedeutendsten Theil des ganzen Widerstandes einer eingeschalteten Flüssigkeitszelle beträgt; wie Hr. de la Rive ganz richtig bemerkt.

Allerdings scheinen die Versuche, die der Verfasser anführt, diesen geringen Einflufs zu bestätigen, nur berechtigen sie ihn nicht dazu, bestimmt zu sagen, dieser Widerstand fände ganz und gar nicht statt, da seine Versuche nie genau messende sind, sondern höchstens, der Natur des messenden Apparats nach, stärkere oder schwächere Ströme unterscheiden können. Es wäre daher sehr wünschenswerth, wenn diese Versuche mit besserem Mefsapparat wiederholt würden, z. B. mit einem Luftthermometer, wie Riefs dasselbe angewendet hat; würde sich das Resultat de la Rive's hier ebenfalls bestätigen, so würde dieses beweisen, dafs ein fortwährendes Abwechseln in der Richtung der Ströme den Widerstand des Ueberganges aufhebe; dann würde aber auch gewifs dasselbe mit einem hydro-elektrischen Strome geschehen, wenn er durch's Drehen eines Commutators rasch hinter einander in entgegengesetzten Richtungen durch eine Flüssigkeit geleitet würde, und es würde dann die Ursache des Leitungswiderstandes des Ueberganges,

wenn der Strom dauernd in einer Richtung durch eine Zwischenplatte geht, in einer raschen Polarisirung der Platte zu suchen seyn, die bei beständigem raschen Wechsel der Richtung des Stroms wegfällt.

Indem ich die Aufhellung dieser Punkte Andern überlasse, werde ich hier wiederum nur zeigen, dafs die Abwesenheit eines Leitungswiderstandes des Ueberganges, beim Durchgehen eines magneto-elektrischen Stroms durch eine in einer Flüssigkeit befindliche Zwischenplatte, diesem Strome nicht *an und für sich* angehört, sondern dafs obiger Widerstand bei einem einzelnen dieser Ströme eben so wirksam sey, wie bei hydro-elektrischen Strömen. Eigentlich ist der Beweis hierfür bereits in einer Note enthalten, in der ich die Leitungsfähigkeit des Kupfervitriols für magneto-elektrische Ströme bestimmte, und zeigte, dafs hier ein Widerstand des Ueberganges nothwendig angenommen werden müsse, wie auch Hr. Poggendorff in einer Anmerkung zu de la Rive's Aufsatz ganz richtig bemerkt. Da indessen de la Rive seinen Satz besonders für Zwischenplatten von Platin bewiesen hat, so mufste ich die Sache auch von meiner Seite einer neuen Prüfung mit eben solchen Platten unterwerfen, und dazu sind die folgenden Versuche angestellt worden.

Ich bediente mich zu denselben eines viereckigen, inwendig stark mit Lack ausgegossenen hölzernen Troges, in dessen längeren Seitenwänden einander gegenüberstehend und in gleichen Distanzen von einander Fugen eingeschnitten waren, so dafs in je zwei derselben etwas drang verticale Kupferplatten hineingeschoben werden konnten. Durch zwei solcher Kupferplatten ward dann eine Zelle von der in dem Troge befindlichen Flüssigkeit abgetrennt, durch welche der magneto-elektrische Strom, vermittelst an die Platten geschraubter, kupferner Quecksilberbecher, hindurchgeleitet werden konnte; diese Zelle wurde durch eine Platinzwischenplatte von glei-

cher Gröfse, die also ebenfalls in die Fugen pafste, in zwei Abtheilungen getheilt, wenn der Einflufs der Zwischenplatte ermittelt werden sollte. Wenn nun ohne Einschaltung der Kupferzelle die Ablenkung am Multiplicator α beobachtet wurde, bei Einschaltung derselben aber α', so ist der Leitungswiderstand ganz wie früher in der Formel (B):

$$\lambda = \frac{\sin \frac{1}{2}\alpha}{\sin \frac{1}{2}\alpha'} - 1.$$

Ich machte den ersten Versuch mit gesättigter Kupfervitriollösung, und erhielt folgende Ablenkungen α, und daraus folgende Leitungswiderstände λ:

	α.	λ.
Ohne Einschaltung der Flüssigkeitszelle	82°,17	1
Mit der Zelle, aber ohne Zwischenplatte	41 ,01	0,877
Mit der Platin-Zwischenplatte	11 ,60	5,504

Der Einflufs der Zwischenplatten ist hier schon in die Augen fallend, indem dieselbe Zelle ohne diese mehr als sechs Mal schlechter leitet, als mit derselben. Da de la Rive seine Versuche aber nicht mit Kupfervitriol, sondern mit verdünnter Säure gemacht hat, so wiederholte ich die meinigen mit der Abänderung, dafs ich statt des Kupfervitriols eine Mischung von 100 Theilen Wasser, 2 Theilen käuflicher Schwefelsäure und 1 Theil Salpetersäure anwandte. Die Resultate waren:

	α.	λ.
Ohne Einschaltung der Zelle	82°,17	1
Mit der Zelle ohne Zwischenplatte	33 ,61	1,173
Mit der Zwischenplatte von Platin	16 ,17	3,673

Auch hier ist die Leitung der Zelle ohne Zwischenplatten mehr als drei Mal besser, als wenn die Zwischenplatte sie in zwei Abtheilungen theilte. Allein obgleich beide Versuche den grofsen Einflufs der Zwischen-

platten aufser Zweifel setzen, so sind sie doch nicht streng dazu geeignet, das Verhältnifs des Leitungswiderstandes des Ueberganges gegen den der Flüssigkeit an sich zu bestimmen, weil beim Hineinschieben der Platinplatte in die Fugen des Troges nicht der ganze Strom gezwungen wird, durch's Platin zu gehen, sondern ein Theil immer durch die Feuchtigkeit in den Fugen selbst hindurch gehen mufs, und es unmöglich ist, diesen Theil zu bestimmen. Ich machte daher noch einen dritten Versuch in der Art, dafs die Platinplatte, die $\frac{1}{10}$ Linie dick war, in die Fugen hineingeschoben und hier durch Firnifs in der Art festgekittet wurde, dafs gar keine directen Communicationen der einen Hälfte der Flüssigkeitszelle mit der andern stattfand; wenn auf diese Weise der Leitungswiderstand der Zelle bestimmt worden war, wurde die Platte mit Gewalt herausgezogen, so dafs jetzt eine einfache Zelle entstand, und dann ward der Widerstand dieser Zelle abermals bestimmt. Zwar war in letztem Falle die Länge der Flüssigkeitsschicht zwischen den Kupferplatten etwas gröfser als früher, weil die Dicke der Platinplatte jetzt von Flüssigkeit eingenommen ward; allein diese Verlängerung kann füglich vernachlässigt werden, da sie nur $\frac{1}{100}$ der ganzen Länge betrug. Die Versuche wurden mit derselben Säure, wie vorher, angestellt, und ergaben:

	α.	λ.
Ohne Einschaltung der Zelle	78°,25	1
Zelle mit Platinplatte	7 ,37	8,818
Zelle ohne Platinplatte	40 ,82	0,809

Zu bemerken ist hierbei, dafs diese letzte Versuchsreihe einige Monate später, als die frühere, angestellt wurde und mit einer andern magneto-elektrischen Kette, daher die Einheit des Widerstandes eine andere ist wie dort.

Dieser Versuch zeigt nun, dafs wenn man von dem Widerstande der Zelle mit der Zwischenplatte 8,818 den Widerstand der Flüssigkeit an sich oder 0,809 abzieht, man einen Widerstand des Ueberganges der Platte 8,009 erhält, der fast genau 10 Mal so stark ist, als der Widerstand der Flüssigkeit an sich, welches Verhältnifs noch stärker wird, wenn man bedenkt, dafs bei letzterem noch der Widerstand des Ueberganges aus den Kupferplatten in die Flüssigkeit mit inbegriffen ist. Es ist also auch in Hinsicht auf die Wirkung der Zwischenplatten kein wesentlicher Unterschied zwischen einem magneto-elektrischen und hydro-elektrischen Strom vorhanden.

IV. Einfluſs der Gröfse und Gestalt der metallischen Leiter, die die Ströme in eine Flüssigkeit führen sollen.

Wenn de la Rive in diesem Abschnitt als eigenthümliche Eigenschaft der magneto-elektrischen Ströme anführt, dafs bei Vergröfserung der Platinplatten, welche als Elektroden dienen, die Gasentwicklung an der vergröfserten Elektrode abnimmt, während die Erwärmung des zugleich in dem Strome befindlichen Metallthermometers zunimmt, so ist dieses, wie Hr. Poggendorff in der Anmerkung, und später auch de la Rive selbst bei Erwähnung der Versuche des Hrn. Matteucci ganz richtig bemerken, keinesweges eine Erscheinung, welche die Hydro-Ströme nicht zeigen sollten. Die Erklärung derselben scheint mir auch keinesweges mit Schwierigkeiten verknüpft zu seyn. Es ist bekannt, dafs ein schwacher galvanischer Strom durch gesäuertes Wasser geleitet werden kann, ohne dafs dieses zersetzt werde; dabei ist es für gegenwärtige Untersuchung völlig einerlei, ob diese Erscheinung nur eine scheinbare sey oder nicht, d. h. ob nicht in der That ein Theil des Wassers zersetzt werde, aber in so feinen Bläschen, dafs diese in der Flüssigkeit gelöst bleiben, und sich daher nicht in den Recipienten, welche die Elektroden bedekken,

ken, ansammeln können, oder ob zur Wasserzersetzung wirklich ein Strom von bestimmter Stärke erforderlich sey, — es ist genug, dafs wenigstens für eine *sichtbare* Wasserzersetzung ein Strom von bestimmter Stärke gefordert werde. — Die Gränze, wo ein durch die Flüssigkeit gehender Strom eben aufhört die sichtbare Wasserzersetzung zu bewirken, wird aber offenbar von zwei Umständen abhängen, von der Stärke des ganzen Stromes, d. h. von der Quantität der Elektricität, die in der Zeiteinheit die Flüssigkeit durchströmt, und von der Gröfse der Oberfläche, durch welche der Strom in die Flüssigkeit tritt; denn je gröfser diese Oberfläche bei einem und demselben Strome ist, oder aus je *mehr Punkten* der Strom in die Flüssigkeit tritt, desto geringer wird die Intensität des Stromelementes jedes Punktes seyn, und von der Intensität jedes solchen Elementarstromes mufs es abhängen, ob er das Wasserelement, in welches er eindringt, zersetzen kann oder nicht. Gegen diese natürliche Ansicht des Herganges liefse sich aber einwenden, dafs nach ihr die Quantität zersetzten Wassers oder Gases nicht allmälig abnehmen könne, wie de la Rive solches gefunden hat, sondern im Gegentheil bei tieferem Eintauchen der Elektrode anfangs zunehmen müfste, bis endlich jeder Elementarstrom unter diejenige Gränze der Intensität gesunken sey, wo er noch zersetzen kann, von welchem Augenblicke an denn alle Zersetzung aufhören müfste. Hier ist indessen wohl zu beachten, dafs der Uebergang des Stromes in die Flüssigkeit nicht an allen Punkten einer Elektrode gleich leicht geschieht, welches sich daraus ergiebt, dafs bei schwachen Strömen immer an einigen Stellen der Platte die Gasentwicklung stärker stattfindet, als an den übrigen. Wenn dieses aber wirklich der Fall ist, so werden einige Elementarströme bei Vergröfserung der Oberfläche der Platte eher zu dem Gränzwerthe der Schwä-

chung gelangen als andere, und somit mufs ein allmäliges Abnehmen der Wasserzersetzung eintreten.

Das so eben Gesagte bezieht sich übrigens eigentlich mehr auf die von de la Rive in einer Anmerkung erwähnten Versuche Matteucci's mit Hydro-Strömen, als auf de la Rive's eigene Versuche, weil bei den seigen die allmälige Abnahme der durch Zersetzung erhaltenen Gasquantität an der mehr eingetauchten Elektrode sich schon daraus hinlänglich erklärt, dafs bei Vergröfserung der Oberfläche der Elektrode die alternirend an ihr auftretenden Wasserstoff- und Sauerstoffbläschen immer feiner und feiner werden, also immer langsamer längs der Platte aufsteigen, und sich daher leichter durch die von Faraday nachgewiesene Combinationskraft der Platinelektrode wiederum zu Wasser verbinden können, als wenn die Bläschen gröfser sind.

Die Erklärung, welche de la Rive von dem in Rede stenenden Phänomen giebt, dafs nämlich bei tieferem Eintauchen der Platinelektroden zwar eine stärkere Erwärmung des Breguet'schen Thermometers, aber eine schwächere Wasserzersetzung erfolge, bis endlich bei völligem Aufhören letzterer, eine weitere Vergröfserung der Platinelektroden auch keine weitere Erwärmung mehr bewirkt, — scheint mir, wenn ich sie richtig verstanden habe, völlig unzulässig zu seyn. Er meint nämlich, dafs, wenn die Platinelektroden so weit eingetaucht sind, dafs alle Wasserzersetzung aufhört, bereits die ganze, durch den Magneten erzeugte, Elektricitätsmenge des Stromes durch die Flüssigkeit gehe, also ein weiteres Eintauchen nichts mehr helfe, und dafs diese Gränze bei den hydro-galvanischen Strömen nur deshalb später eintrete, weil hier die in Bewegung gesetzte Quantität Elektricität gröfser sey. So viel ich sehe, heifst diefs, der Leitungswiderstand der Flüssigkeitszelle werde Null, sobald die besagte Gränze des Eintauchens überschritten werde; wie kommt es denn aber, dafs, wenn die Flüs-

sigkeitszelle aus der Kette gelassen wurde, die Versuche de la Rive's Erwärmungen von 135° angeben, während bei Einschaltung dieser Zelle, selbst beim allertiefsten Eintauchen der Elektroden, die Erwärmung nur 43° betrug? und warum ist dieses Maximum der Erwärmung so verschieden, nämlich 43°, 20°, 25°, wenn verschiedene Flüssigkeiten sich zwischen den Platinelektroden befanden, und wenn auch bei jeder die Platinelektroden bis zum Aufhören der sichtbaren Wasserzersetzung eingetaucht wurden? — Indessen sind diese Einwendungen so einfach und in die Augen springend, dafs ich eher fürchte Hrn. de la Rive in seiner Erklärung mifsverstanden zu haben.

Ich habe zur Prüfung der Behauptung de la Rive's, dafs das Maximum eines magneto-elektrischen Stromes, welcher durch eine Flüssigkeit geleitet wird, bei einer gewissen Tiefe des Eintauchens der Platinelektroden erreicht werde, einige Versuche nach meiner Methode angestellt, indem ich einen einzelnen magneto-elektrischen Strom durch einen mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Apparat mittelst Elektroden, deren Fläche vergröfsert werden konnte, leitete. Bei dem ersten Versuche der Art war die eine Elektrode ein Platindraht, dessen eingetauchte Länge unverändert blieb, die andere aber eine Platinplatte, die 3 Zoll breit und 8 Zoll hoch war, und der Höhe nach durch feine horizontale Striche in acht Abtheilungen, jede von $\frac{1}{2}$ Zoll, getheilt war, so dafs also jede Abtheilung $3.\frac{1}{2}=1\frac{1}{2}$ Quadratzoll oder 159 englische Quadratlinien Oberfläche von jeder Seite hatte. Wenn daher die Platte auch nur bis auf eine Abtheilung eingetaucht war, so war diese Elektrode schon so grofs als der Gränzwerth in de la Rive's Versuche, wo kein Gas mehr erschien, und diese Gränze mufste, nach de la Rive's Ansicht, bei meinen Versuchen noch früher eintreten, da meine elektromotorische Spirale jedenfalls weit schwächer erregt wurde, als die von de

la Rive angewendete. Der Abstand der beiden Elektroden war 2 Zoll in einem cylindrischen, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Glasgefäfs. — Die folgende Tabelle enthält die bei verschiedenem Eintauchen der Platte beobachteten Ablenkungen α, wo jede das Mittel aus acht Beobachtungen ist, und die, wie früher (B), daraus hergeleiteten Leitungswiderstände λ.

Tabelle I.

	α.	λ.
Ohne Einschaltung der Flüssigkeitszelle	78°,20	1,000
Mit der Zelle,		
die Platinplatte auf 1 Abthlg. eingetaucht	10 ,79	5,708
- - - 2 - -	10 ,52	5,877
- - - 3 - -	10 ,87	5,657
- - - 4 - -	11 ,02	5,566
- - - 5 - -	11 ,57	5,255
- - - 7 - -	11 ,71	5,182

Zuvörderst ergiebt sich aus der obigen Tabelle, dafs, gegen die Ansicht de la Rive's, die Ströme bei tieferem Eintauchen der Platinplatte immer stärker werden; die Ausnahme beim Eintauchen auf zwei Abtheilungen mufs, gegen die ganze Zahl der übrigen Beobachtungen gehalten, als durch irgend einen das Gesetz störenden Umstand hervorgebracht angesehen werden, wahrscheinlich durch eine Veränderung der Platinplatte im Anfange ihres Eintauchens in den Strom. Indessen zeigen die Versuche auch, dafs die Zunahme der Stärke des Stromes bei tieferem Eintauchen nur gering ist, und dafs de la Rive sie mit dem Breguet'schen Thermometer in der That übersehen konnte. Dieses beweist nach meiner Ansicht aber blofs, dafs der Widerstand des Ueberganges von der Platte nur gering ist gegen den des eingetauchten Drahtes, dafs also eine Vergröfserung oder Verringerung dieses relativ nur geringen Elements auf das Resultat von geringem Einflufs ist.

Um den Einfluſs des tieferen Eintauchens der Elektrode auf den durch eine Flüssigkeit geleiteten magnetoelektrischen Strom deutlicher nachzuweisen, wiederholte ich eine Reihe von Versuchen, wie die obigen, nur mit dem Unterschied, daſs die Flüssigkeit Kupfervitriol war, und daſs die Elektroden aus zwei Kupferplatten bestanden, die, in die Fugen eines viereckigen Kastens geschoben, hier eine Kupfervitriolzelle abtheilten. Die eine dieser Platten ward nun immer ganz eingetaucht, wobei eine Oberfläche von 3,68 Quadratzoll mit der Flüssigkeit in Berührung stand, die andere aber ward mehr oder weniger aus der Flüssigkeit herausgezogen, und dann die Stärke des durchgeleiteten Stromes bei diesem verschiedenen Eintauchen gemessen, wie gewöhnlich; jedes der folgenden Resultate ist das Mittel aus acht Beobachtungen. So erhielt ich folgende Ablenkungen der Nadel und daraus hergeleitete Widerstände, wobei der Widerstand der Drähte, ohne Flüssigkeitszelle, als Einheit angenommen ward.

Tabelle II.

Tiefe des Eintauchens der zweiten Platte.	Abweichung der Nadel.	Widerstand der Zelle.
Ohne Flüssigkeitszelle . . .	75,71	
Die Platte ganz eingetaucht	50,75	0,4321
- - auf $\frac{3}{4}$ -	48,95	0,4813
- - - $\frac{1}{2}$ -	45,46	0,5882
- - - $\frac{3}{5}$ -	43,15	0,6689
- - - $\frac{1}{3}$ -	34,45	1,0724

Der Einfluſs der Tiefe des Eintauchens der Elektrode ist hier augenscheinlich, und es ist nicht schwer zu zeigen, daſs die Abnahme des Leitungswiderstandes der Zelle bei tieferem Eintauchen der Elektrode wenigstens nicht derjenigen Abnahme widerspricht, die man nach dem Ohm'schen Gesetze erwarten muſs, wenn es

auch nicht möglich ist, hier eine genaue Zahlenübereinstimmung zu erlangen.

Um das Ohm'sche Gesetz aber hier anwenden zu können, ist es nöthig zuerst den Leitungswiderstand der Flüssigkeitszelle und den des Ueberganges zu bestimmen; zu dem Ende machte ich mit denselben Platten und derselben Flüssigkeit noch eine Reihe von Versuchen, wo ich beide Elektroden völlig eintauchte (jede also auf 3,68 Quadratzoll), aber ihre gegenseitige Entfernung von einander änderte, und für jede Entfernung die Stärke des Stromes bestimmte.

Ich gelangte auf diese Weise zu folgenden Resultaten:

Tabelle III.

Entfernung der Platten.	Ablenk. der Nadel.	Widerstand der Zelle aus der Ablenkung.	Widerstand der Zelle berechnet.	Differenz.
Ohne Flüssigkeitszelle	75,54			
Entfernung =0,5 Zoll	50,41	0,4381	0,4520	+0,0139
- 2,85 -	31,61	1,2435	1,2263	—0,0172
- 5,81 -	22,01	2,2080	2,2030	—0,0050
- 8,17 -	17,75	2,9700	2,9783	+0,0083

Die *berechneten* Leitungswiderstände in der vierten Columne sind auf dieselbe Weise erhalten, wie ich dieses in einer früheren Arbeit bereits gezeigt habe. Ich nenne nämlich den Widerstand des Ueberganges jeder Kupferelektrode $=x$, also den beider $=2x$, den Widerstand der Flüssigkeitszelle bei der Entfernung der Kupferelektrode 0″,5$=y$, so ergeben sich die Gleichungen:

$$\begin{aligned} 2x+y &= 0{,}4381 \\ 2x+5{,}7.y &= 1{,}2435 \\ 2x+11{,}63.y &= 2{,}2080 \\ 2x+16{,}34.y &= 2{,}9700. \end{aligned}$$

Hieraus ergiebt sich nach der Methode der kleinsten Quadrate:

$$x = 0{,}1436 \text{ und } y = 0{,}1647,$$

und endlich berechnen sich die in der vierten Columne der Tabelle (III) enthaltenen Werthe durch Substitution der Werthe x und y in die obigen vier Gleichungen. Die Uebereinstimmung dieser Werthe mit den aus der Beobachtung abgeleiteten mufs für diese Art Versuche als genügend angesehen werden.

Ist der Widerstand des Ueberganges x der Platte, wenn sie ganz eingetaucht ist, bekannt, so ist er es auch für irgend ein geringeres Eintauchen nach dem Fechner'schen Satze, dafs der Widerstand des Ueberganges der eingetauchten Oberfläche umgekehrt proportional ist, und so wäre es denn leicht den Widerstand der Zelle für die früheren Versuche der Tabelle (II), wo die Entfernung der Platten 0″,5 war, zu berechnen. Allein es tritt hier ein Umstand ein, der auf diesen Widerstand von wesentlichem Einflufs ist. Wenn die eine Elektrodenplatte nämlich nicht ganz in den Trog bis auf dessen Boden eingetaucht ist, so schliefst sie die Flüssigkeitszelle nicht ab, und es wird daher die Rückseite, so wie der Rand der nicht ganz eingetauchten Platte ebenfalls leitend wirken, so wie auch die hinter dieser Platte befindliche Flüssigkeit, und es ist hier unmöglich eine genaue Rechnung zu führen, da wir nicht wissen, in welchen krummen Linien die Ströme sich hier vertheilen. So viel ist klar, dafs, wenn man die Leitungswiderstände bei verschiedenen Tiefen des Eintauchens ohne Rücksicht auf diesen Umstand berechnet, diese berechneten Widerstände gröfser ausfallen müssen, als die wirklich aus der Beobachtung hergeleiteten, und zwar um so mehr, je weniger die Platte eingetaucht ist. Das zeigt die folgende Tabelle (IV) in der That:

Tabelle IV.

Tiefe des Eintauchens.	Widerstand der Zelle beobachtet.	Widerstand der Zelle berechnet.	Differenz.
$\frac{3}{4}$ der Platte	0,4813	0,4999	0,0186
$\frac{1}{2}$ - -	0,5882	0,5956	0,0074
$\frac{3}{8}$ - -	0,6689	0,6914	0,0225
$\frac{1}{8}$ - -	1,0724	1,4573	0,3853

Beim Eintauchen auf $\frac{3}{4}$ und $\frac{1}{2}$ sind die Unterschiede der berechneten und beobachteten Widerstände so gering für diese Art Beobachtungen, dafs man sie für gleich annehmen kann; merklich wird schon die Wirkung der Rückseite beim Eintauchen auf $\frac{3}{8}$, und unzweifelhaft ist sie beim geringsten Eintauchen auf $\frac{1}{8}$, immer aber ist der berechnete Widerstand gröfser als der wirkliche.

Aus diesen letzten Versuchen ist es nun wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs ein magneto-elektrischer Strom an sich, ohne Rücksicht auf rasche Wiederholung, durch verschiedenes Eintauchen der Elektroden, eben so modificirt wird wie jeder andere.

V. Besondere Erscheinungen an der Oberfläche von Metallen, die zur Einschaltung von Flüssigkeiten in die magneto-elektrische Kette gedient haben.

In diesem Kapitel beschreibt de la Rive die interessante Erscheinung, dafs sich die Platin-, Gold- und Iridium-Elektroden in verdünnte Säure durch eine Reihe hindurchgeleiteter magneto-elektrischer Ströme mit einem schwarzen Pulver desselben Metalles bedecken, wodurch sie geeignet werden, die Verbindung von Sauerstoff- und Wasserstoffgas, wie das Schwammplatin, zu bewirken. Diese Versuche sind gewifs höchst wichtig; allein de la Rive selbst, nach seiner Erklärung dieser Erscheinung, kann dieselbe nicht als den magneto-elektrischen Strömen ausschliefslich angehörend ansehen, sondern als durch das rasche Wechseln der entgegengesetzten Richtung der Ströme bedingt; sie würde also auch mit hydro-galvani-

schen Strömen stattfinden, wenn diese durch einen Zersetzungsapparat geleitet und durch Drehung eines Commutators rasch hinter einander in ihrer Richtung umgekehrt würden [1]). Ich habe einige vorläufige Versuche von der Art hierüber angestellt, bin aber bisher zu keinem befriedigenden Resultate gelangt, und da es mir hier vorzüglich darauf ankommt, die Meinung zu widerlegen, dafs den magneto-elektrischen Strömen an sich, abgesehen von ihrer alternirenden Richtung, Eigenschaften zukommen, wodurch sie sich von den Strömen anderen Ursprungs unterscheiden, so werde ich mich hier nicht weiter bei diesem Kapitel aufhalten.

VI. Von den Erscheinungen bei gleichzeitigem Durchgange magneto-elektrischer Ströme durch flüssige und metallische Leiter.

Im Gegentheil zu dem vorigen Kapitel mufsten die in dem gegenwärtigen von de la Rive abgehandelten Fragen ganz vorzüglich meine Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen; denn bei deren Beantwortung ist de la Rive zu Resultaten gelangt, die gänzlich von denjenigen abweichen, welche für Ströme anderer Art erwiesen sind. Ich hoffe mit Bestimmtheit zeigen zu können, dafs sie den magneto-elektrischen Strömen an sich eben so wenig zukommen, wie die früheren, sondern entweder Folgen des raschen Wechsels der Richtung oder der Unzulänglichkeit des Metallthermometers, als Maafs der Ströme, sind.

Hr. de la Rive bringt in die magneto-elektrische Kette, aufser dem Breguet'schen Thermometer eine Parallelschliefsung, die einerseits aus einer Zelle von verdünnter Schwefelsäure zwischen Platinplatten, andererseits aus Metalldrähten besteht. War der Metalldraht aus der Parallelschliefsung weggelassen, so zeigte das Thermometer 82° an, befand sich in derselben aber ein

1) Dafs diefs wirklich der Fall sey, glaube ich bereits (Annalen, Bd. XXXXV S. 389.) mittelst des Inversors gezeigt zu haben. *P.*

Silberdraht von $\frac{1}{4}$''' Durchmesser und 17 Zoll Länge, so war die Erwärmung ebenfalls 82°. Wurde der Draht verlängert, so sank die Erwärmung und erreichte ihr Minimum bei 67°; bei fernerer Verlängerung des Drahts stieg die Erwärmung wieder, und erreichte bei 37 Fuſs die Temperatur 76°. — Ein ähnliches Resultat gab ein Platindraht, nur war die dem Minimum entsprechende Länge kürzer, fast im Verhältniſs der Leitungsfähigkeit dieser Drähte.

Diese Erscheinungen, in Folge welcher de la Rive auf eine Interferenz der Ströme, folglich auf eine Wellenbewegung derselben schlieſsen zu müssen glaubt, sind offenbar ganz denjenigen zuwider, die bei galvanischen Strömen beobachtet worden sind. Nach der Theorie Ohm's und den Versuchen dieses Physikers und denjenigen Fechner's ist die Leitungsfähigkeit einer Parallelschlieſsung den Summen beider einzelnen Leitungsfähigkeiten proportional, und der Strom theilt sich zwischen ihnen proportional ihrer Leitungsfähigkeit. Die folgenden Versuche werden darthun, daſs dieselben Gesetze auch für magneto-elektrische Ströme in aller Strenge stattfinden. Ich werde diese Versuche in mehrere Abtheilungen theilen, je nach dem zu beweisenden Gesetze und je nach der Natur der Leiter.

I. Beweis, daſs der Strom zwischen zwei Drähten proportional den Leitungsfähigkeiten oder umgekehrt proportional den Leitungswiderständen sich vertheilt, und die Leitungsfähigkeit beider als Nebenschlieſsung den Summen der einzelnen Leitungsfähigkeiten gleich ist.

Es wurde eine Spirale *A* auf einen Eisenanker geschoben und durch Abreiſsen von einem Hufeisenmagneten ein Strom in ihr inducirt; dieser ward hierauf ein-

mal durch einen Multiplicator allein geleitet, und die Ablenkung α, die er hervorbrachte, gemessen, dann aber durch eine Parallelschliefsung, welche aus dem Multiplicatordraht einerseits und einem Drahte B andererseits bestand, und wiederum die Ablenkung α' der Multiplicatornadel beobachtet. Wir nehmen nun den Leitungswiderstand des Multiplicatordrahts allein als Einheit an, und bezeichnen

den Widerstand der elektromotorischen Spirale $A = \lambda$

- - des Drahts B $= \lambda'$.

Angenommen, die Ansicht Ohm's sey richtig, und die Leitungsfähigkeit einer Parallelschliefsung gleich der Summe der Leitungsfähigkeiten der parallel mit einander verbundenen Leiter, so wird für die Parallelschliefsung

$$\text{die Leitungsfähigkeit} = 1 + \frac{1}{\lambda'} = \frac{\lambda' + 1}{\lambda'}$$

$$\text{oder der Leitungswiderstand} = \frac{\lambda'}{\lambda' + 1};$$

hieraus ergiebt sich der Strom F, wenn die elektromotorische Kraft der Spirale A mit A bezeichnet wird:

$$F = \frac{A}{\lambda + \frac{\lambda'}{\lambda' + 1}} = \frac{(\lambda' + 1) A}{\lambda + \lambda' + \lambda\lambda'}.$$

Von diesem Strom geht aber nur ein Theil durch den Multiplicator, und, nach Ohm, wiederum nur ein Theil, der proportional der Leitungsfähigkeit des Multiplicatordrahts gegen den Draht B ist, der Strom theilt sich also in 2 Theile im Verhältnifs von $1 : \frac{1}{\lambda'}$, wovon der erste durch den Multiplicator geht; dieser Theil wird also durch $\frac{F.\lambda'}{\lambda' + 1}$ ausgedrückt. Setzen wir nun den Werth von F in diesen Ausdruck, so haben wir mit Benutzung der Gleichung (B):

wenn die Parallelschliefsung in der Kette sich befindet

$$p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha' = \frac{A.\lambda'}{\lambda+\lambda'+\lambda\lambda'}$$

und wen der Multiplicator allein:

$$p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha = \frac{A}{\lambda+1},$$

woraus sich endlich durch Division ergiebt:

$$\frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha'} = \frac{\lambda+\lambda'+\lambda\lambda'}{\lambda'+\lambda\lambda'} \quad \ldots\ldots\ldots (C)$$

Dieſs ist die Beziehung, welche zwischen den Ablenkungen und den Leitungswiderständen stattfinden muſs, wenn die Ansicht Ohm's die richtige auch für magnetoelektrische Ströme ist, und umgekehrt, wenn beide Theile dieser Gleichung identisch werden, so ist dieſs ein Beweis dieser Ansicht.

Die beobachteten Ablenkungen waren folgende:

$$\alpha = 103^{\circ},05$$
$$\alpha' = 65\ ,14$$

ferner war durch frühere Versuche, die sogleich weiter auseinandergesetzt werden sollen, gefunden worden:

$$\lambda = 0{,}5031$$
$$\lambda' = 0{,}7537$$

setzt man diese Werthe in die Gleichung (C), so erhält man:

$$1{,}454 = 1{,}444,$$

welche Gleichung für Versuche der Art als identisch angesehen werden kann, weil kleine Unsicherheiten von λ oder λ' nicht ganz vermieden werden konnten.

Es bleibt mir noch übrig zu zeigen, wie ich die Werthe von λ und λ' erhalten habe, d. h. die Leitungswiderstände der elektromotorischen Spirale A und des Drahts B gegen den Multiplicatordraht als Einheit genommen. Zu dem Ende war B ebenfalls als Spirale um einen zweiten Eisencylinder gewunden worden, so daſs sie, eben so gut als A, als elektromotorische Spirale dienen konnte. Hierauf wurde in A der Strom erzeugt, während zuerst nur durch den Multiplicator die

Kette geschlossen ward, dann aber, nachdem die Spirale B als Zwischenleitung eingeschaltet ward; die in beiden Fällen beobachteten Ablenkungen sind α und α'. Hierauf wurde B durch Abreifsen des Eisencylinders vom Magneten inducirt, anfangs wiederum bei Schliefsung der Kette durch den Multiplicator allein, dann aber mit Einschaltung der Spirale A in die Kette, die beobachteten Ablenkungen seyen mit β und β' bezeichnet. Es sey ferner

der Leitungswiderstand des Multiplicators $=1$
- - - der Spirale A $=\lambda$
- - - der Spirale B $=\lambda'$
die elektromotorische Kraft von A $=A$
- - - - - B $=B$

so haben wir die vier Gleichungen:

$$\frac{A}{1+\lambda}=p.sin\tfrac{1}{2}\alpha \qquad \frac{B}{1+\lambda'}=p.sin\tfrac{1}{2}\beta$$

$$\frac{A}{1+\lambda+\lambda'}=p.sin\tfrac{1}{2}\alpha' \qquad \frac{B}{1+\lambda+\lambda'}=p.sin\tfrac{1}{2}\beta'$$

woraus durch Division sich ergiebt:

$$\frac{1+\lambda}{1+\lambda+\lambda'}=\frac{sin\frac{1}{2}\alpha}{sin\frac{1}{2}\alpha'}=a \text{ und } \frac{1+\lambda+\lambda'}{1+\lambda'}=\frac{sin\frac{1}{2}\beta}{sin\frac{1}{2}\beta'}=b$$

und aus der Verbindung beider Gleichungen:

$$\lambda=\frac{a(b-1)}{a+b-ab} \text{ und } \lambda'=\frac{b(a-1)}{a+b-ab} \ldots (D)$$

Die Versuche ergaben nun:

$\alpha=101°,18$ $\beta=100,68$
$\alpha'=61,94$ $\beta'=73,49$

hieraus berechnet sich:

$a=1,50144$ $b=1,28686$

und wenn man diese Werthe in die Gleichung (D) substituirt, so erhält man:

$\lambda=0,5031$ und $\lambda'=0,7537$,

welche beiden Gröfsen oben gebraucht worden sind.

II. Beweis, dafs ein magneto-elektrischer Strom sich, auch wenn er eine Parallelschliefsung aus einem festen und flüssigen Leiter durchläuft, proportional den Leitungsfähigkeiten theilt, und dafs die Leitungsfähigkeit der Parallelschliefsung der Summe beider Leitungsfähigkeiten gleich ist.

Die von mir zur Feststellung des obigen Satzes angewendete Flüssigkeit war eine gesättigte Kupfervitriollösung, welche sich in einer, durch zwei parallele und verticale Kupferplatten gebildeten Zelle eines hölzernen Kastens befand, in dessen Seitenwänden die Kupferplatten, wie schon bei einem früheren Versuche, innerhalb zweier gegenüberstehenden Fugen eingezwängt werden konnten. Ich wählte diese Flüssigkeit, weil sie erstens ein bedeutendes Leitungsvermögen hat, dann aber vorzüglich deshalb, weil sie auf die Kupferelektroden nicht verändernd einwirkt. Indessen haben mich vielfache Versuche mit solchen Flüssigkeitszellen noch davon überzeugt, dafs auch hier eine Veränderung in der Leitungsfähigkeit der Zelle vor sich gehe, wenn die Kupferplatten längere Zeit über mit der Flüssigkeit in Berührung bleiben; es ist hier also schon im Voraus keine so grofse Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung zu erwarten, als bei Versuchen mit blofs festen Leitern. Die Versuche wurden übrigens ganz wie die im vorigen Artikel I gemacht, nur wurde statt des Drahts B immer die Kupfervitriolzelle angewendet.

Die beobachteten Ablenkungen waren

ohne alle Zwischenleitung zwischen der elektro-magnetischen Spirale und dem Multiplicator	$103°,26 = \alpha$
bei Einschaltung der Kupfervitriolzelle	$3\ ,10 = \alpha'$
- - - der Parallelschliefsung der Zelle und des Multiplicators	$101\ ,10 = \alpha''$

Die Ablenkungen α und α' geben uns die Möglichkeit, den Widerstand λ' der Kupfervitriolzelle zu bestimmen, wenn der des Multiplicators $=1$ und der der elektromotorischen Spirale A, nach den früheren Versuchen, $\lambda=0{,}5031$ angenommen wird. Dazu dienen die beiden Gleichungen, die aus (B) folgen:

$$p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha = \frac{A}{1{,}5031}$$

$$p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha' = \frac{A}{1{,}5031+\lambda'}$$

durch deren Division man erhält:

$$\lambda' = 42{,}063.$$

Bringt man diesen Werth und den für λ in der Formel (C), wo nur für α' hier der Werth von α^{κ} genommen werden mufs, so erhält man folgende Gleichung:

$$1{,}008 = 1{,}011,$$

deren fast vollständige Identität wiederum beweist, dafs die Voraussetzungen, nach welchen die Gleichung (C) erhalten ward, auch hier richtig waren, und das war es gerade, wofür ich in diesem Artikel den Beweis führen wollte.

Ein zweiter, dem so eben beschriebenen völlig ähnlicher Versuch, nur mit einer elektromotorischen Spirale angestellt, die aus viel mehr Windungen bestand, gab ein Resultat, das zwar weniger genau stimmt, als das so eben erhaltene, aber immer genau genug, um die Richtigkeit der bei der Berechnung angewandten Principien aufser allen Zweifel zu setzen. Das nicht völlige Stimmen erklärt sich hinlänglich entweder aus einer Veränderung in der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeitszelle, oder aus einer geringen Unsicherheit in der Bestimmung des Leitungswiderstandes der neuen elektromotorischen Spirale. Die Beobachtungen ergeben, wenn α, α', α'', λ, λ'' dieselben Bedeutungen behalten, die sie so eben hatten:

$$\alpha = 84°,77$$
$$\alpha' = 50\ ,52$$
$$\alpha'' = 83\ ,46$$

und aus früheren Versuchen war, gegen den Multiplicator als Einheit genommen, der Leitungswiderstand der Spirale $\lambda = 32\ ,90$.

Aus der Verbindung von α' und α'' findet sich $\lambda'' = 19\ ,65$.

Setzt man diese Werthe in die Gleichung (C), so ergiebt sich:

$$1{,}0495 + 1{,}0128.$$

Hier ist der Fehler $= +0{,}0367$, während er im ersten Versuch $= -0{,}003$ war.

III. Beweis, dafs wenn ein galvanischer Strom durch eine Parallelschliefsung von zwei Drähten geht, die Stärke desselben genau der gleich ist, welche die Ohm'sche Theorie angiebt, und dafs also hier keine sogenannte *Interferenz* der Ströme stattfindet, wie de la Rive meint.

Eigentlich giebt der Artikel I auch hierfür den Beweis; denn dort schon nahmen wir die Leitungsfähigkeit einer Parallelschliefsung aus zwei Metalldrähten gleich der Summe der Leitungsfähigkeit eines jeden an, und erhielten dabei Resultate, die mit den beobachteten völlig im Einklang standen. Wenn eine Interferenz der Ströme in der That stattfindet, so wäre diese Uebereinstimmung nur dadurch erklärlich, dafs der Unterschied der durchlaufenen Wege in beiden Drähten gerade ein Vielfaches einer ganzen Elektricitätswelle betragen habe, ein Zufall, der keinesweges wahrscheinlich ist. Da dieser Gegenstand aber auf jeden Fall von grofser Wichtigkeit ist, so habe ich noch eine besondere Versuchsreihe darüber angestellt.

Zu

Zu dem Ende schaltete ich in meine magneto-elektrische Kette zuerst einen Draht von 100 Fufs Länge ein, der mir bei den meisten meiner Versuche als Normaldraht in Hinsicht auf seinen Leitungswiderstand dient, indem ich letzteren $=100$ setze; dann aber fügte ich mit ihm als Parallelschliefsung nach einander vier Drähte hinzu, deren Widerstände folgende waren, wie sie sich aus vorläufigen Versuchen ergaben, die ich hier der Kürze halber weglasse.

Leitungswiderstand für den Draht I = 62,49
- - - - - II = 119,90
- - - - - III = 179,18
- - - - - IV = 236,99.

Ich beobachtete nun die Ablenkung, die ich beim Abreifsen der Anker erhielt, für jeden Draht in drei Fällen, nämlich:

1) wenn gar kein Draht eingeschaltet wurde, Ablenkung $=\alpha$
2) wenn der Normaldraht allein eingeschaltet wurde $=\alpha'$
3) wenn die Parallelschliefsung eingeschaltet wurde $=\alpha''$

Die auf diese Weise erhaltenen Werthe der Ablenkungen α, α', α'' sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Nebenschliefsung.	α.	α'.	α''.
mit dem Drahte I	98,27	12,96	26,82
- - - II	98,54	12,95	21,00
- - - III	97,79	12,87	18,46
- - - IV	95,40	12,64	16,99

Ich bemerke zu diesen Zahlen, dafs jede das Mittel aus acht Beobachtungen ist, die in der Art angestellt wurden, dafs zuerst α, α', α'' aus vier Beobachtungen wie gewöhnlich hergeleitet wurde, hierauf α'', α', α in

umgekehrter Ordnung, und dann aus den gleichnamigen Ablenkungen das Mittel genommen wurde. Dadurch wird eine etwanige Schwächung der elektromotorischen Kraft der Spirale oder des Magnets während der Versuchsreihe eliminirt, und ebenfalls eine allmälige Veränderung der Leitungswiderstände der Drähte, wenn solche stattfindet; dieses ist besonders bei Anwendung flüssiger Leiter der Fall, und ich erwähne hier ein für allemal, dafs ich bei Anwendung flüssiger Leiter immer in dieser Art beobachtete, dafs dieses also auch bei allen vorhergehenden und nachfolgenden Versuchen mit flüssigen Leitern geschehen ist, wenn ich es auch nicht jedesmal erwähnt haben sollte.

Aus der Verbindung der Werthe α und α' obiger Tabelle erhalte ich zuerst vier Bestimmungen des Leitungswiderstandes der elektromotorischen Spirale + dem Multiplicatordraht, gegen den Normaldraht $=100$ aus folgender, leicht herzuleitenden Formel, in der L diese Summe der Leitungswiderstände bedeutet:

$$L = 100 \frac{\sin \frac{1}{2}\alpha'}{\sin \frac{1}{2}\alpha - \sin \frac{1}{2}\alpha'}.$$

Die wirkliche Rechnung ergiebt für L folgende Werthe aus den vier Beobachtungen:

$L = 17{,}39$
$= 17{,}48$
$= 17{,}48$
$= 17{,}48$

und zwei anderweitige Bestimmungen gaben $= 17{,}47$
$= 17{,}59$

Im Mittel $L = 17{,}48.$

Wenn dieser Werth bekannt ist, so ergiebt sich aus je zwei Beobachtungen α und α'' der Leitungswiderstand der Parallelschliefsung:

$$\lambda = L \frac{\sin \alpha - \sin \alpha''}{\sin \alpha''}.$$

Allein wenn der Widerstand des mit dem Draht 100 als Parallelschliefsung dienenden Drahts l heifst, so wissen wir, dafs, wenn Ohm's Ansicht die richtige ist, seyn mufs:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} + \frac{1}{l},$$

woraus:

$$\lambda = \frac{100.l}{100+l}.$$

Dieser Ausdruck von λ mufs nun dem so eben gefundenen gleich seyn, wenn die Ansicht Ohm's richtig ist; die Gleichung

$$\frac{100.l}{100+l} = L\frac{\sin\alpha - \sin\alpha''}{\sin\alpha''} \quad \ldots\ldots (E)$$

wird also der Prüfstein der Richtigkeit jener Ansicht seyn, und wenn sie identisch wird, so kann bei diesen Versuchen keine Erscheinung stattgefunden haben, die man mit einer Interferenz der in der Parallelschliefsung getheilten Ströme vergleichen könnte.

Folgende sind die vier Gleichungen, die man, durch Substitution der wirklich beobachteten Werthe in die Gleichung (E), erhält:

für den Draht	I	38,00 = 38,46	Fehler =	+0,46
- - -	II	55,22 = 54,52	-	+0,30
- - -	III	64,62 = 64,19	-	−0,43
- - -	IV	70,06 = 70,33	-	+0,27.

Nimmt man hiezu noch das im Artikel 1 erhaltene Resultat, wo ebenfalls die Berechnung mit der Beobachtung so gut stimmt, als man es bei diesen Versuchen nur erwarten kann, so kann man den Schlufs daraus ziehen, dafs wenigstens, wenn die Leitungsfähigkeit der beiden Drähte einer Parallelschliefsung zu einander in dem Verhältnifs von

100 : 62,5
oder 100 : 119,9
oder 100 : 179,2

oder 100 : 237,0
oder 100 : 149,8
oder 100 : 15,0

stehen, keine Spur einer sogenannten Interferenz stattfinde, und dafs sie also auch überhaupt wenig Wahrscheinlichkeit habe.

Eigentlich hat de la Rive die Interferenz der Ströme auch nur für den Fall nachzuweisen gesucht, wenn der Strom sich zwischen einem festen und flüssigen Leiter theilt, nicht wenn die Theilung zwischen zwei festen Leitern geschieht; allein wenn seine Hypothese einer wellenförmigen Fortpflanzung der Elektricität begründet ist, so kann auch kein Zweifel darüber seyn, dafs interferenzartige Phänomene eben so gut zwischen zwei festen Leitern, als zwischen einem festen und einem flüssigen eintreten müssen. Es läfst sich übrigens gegen die ganze Ansicht der Möglichkeit einer Interferenz auch noch *a priori* das einwenden, dafs dazu bekanntlich zweierlei gehört, um die Phänomene deutlich zu zeigen, *erstlich* nämlich ein Unterschied in den von den Wellen durchlaufenen Wegen, und *zweitens* eine nahezu gleiche Intensität der Wellensysteme, und dieser letztere Umstand findet, wie die Artikel 1 und 2 zeigen, in sehr geringem Grade statt, namentlich bei den Versuchen de la Rive's mit der Flüssigkeitszelle und dem kurzen Silberdrahte.

IV. Beweis, dafs wenn ein magneto-elektrischer Strom durch eine Parallelschliefsung hindurchgeht, die aus einem festen und flüssigen Leiter besteht, ebenfalls keine Interferenz stattfindet, sondern dafs das Ohm'sche Gesetz auch hier völlig ausreiche zu einer richtigen Berechnung der Resultate.

Auch hierfür finden wir bereits einen Beweis in dem Artikel II; die folgenden Versuche sind daher nur eine

weitere Bestätigung desselben. Das Verfahren bei ihnen war genau das in dem vorigen Artikel angewendete, es wurde nur der Draht von 100 Fufs mit der schon früher angewendeten Kupfervitriolzelle zwischen zwei Kupferplatten vertauscht. Die mit dieser Zelle zur Parallelschliefsung verbundenen Drähte waren die so eben angewendeten I, II, III, IV; ich werde hier aber ihre Widerstände gegen die des Multiplicators + der elektromotorischen Spirale als 1 angenommen angeben, da dieses für die Rechnung einfacher ist. Wir haben dann die Leitungswiderstände

für I = 0,1712; II = 0,3285; III = 0,4909; IV = 0,6493.

Um die mögliche Veränderung der Leitungswiderstände der Flüssigkeitszelle, welche bei fortdauernder Berührung der Flüssigkeit und der Kupferplatte immer stattfindet, zu vermeiden, ward das schon oben angezeigte Verfahren einer ab- und einer aufsteigenden Versuchsreihe für jede Parallelschliefsung wiederum angewendet so dafs die nachstehenden Zahlen ebenfalls die Mittel von acht Beobachtungen sind.

Die Werthe für α, α' und α'' sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Parallelschliefsung	α.	α'.	α''.
mit I	83,36	48,44	70,67
- II	82,64	45,86	64,14
- III	83,06	51,82	62,59
- IV	83,08	51,40	60,76

Aus der Verbindung von α und α' finden wir folgende Leitungswiderstände l der Flüssigkeitszelle:

Für den Versuch mit I 0,6211
0,6948
0,5163
0,5291.

Diese Werthe sind keinesweges gleich, weil sie an

verschiedenen Tagen beobachtet worden sind, und wenn auch mit derselben Kupfervitriollösung, so doch wahrscheinlich bei etwas verschiedener Temperatur, und also bei verschiedenen Sättigungsgraden. Es ist also für jede Parallelschliefsung der ihr entsprechende Werth zu nehmen. Da nun die Widerstände der Drähte L ebenfalls gegeben sind, so werden sich vier Gleichungen für die Widerstände der Parallelschliefsung ergeben, von der Form:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{l} + \frac{1}{L}$$

oder:

$$\lambda = \frac{l+L}{lL}.$$

Setzt man in diese Formel den Werth für l, L und λ, so hat man folgende Gleichungen, die identisch seyn müfsten:

für	I	0,1342=0,1497	Fehler +0,0155
-	II	0,2379=0,2595	- +0,0217
-	III	0,2764=0,2519	- —0,0245
-	IV	0,3112=0,2915	- —0,0197.

Hier sind die Fehler, wie immer, wenn Flüssigkeiten als Leiter dienen, viel bedeutender als im vorigen Artikel, indessen ist auch hier an der Richtigkeit der Ansicht Ohm's nicht zu zweifeln.

Mit Hinzuziehung der im Artikel 2 erhaltenen Resultate können wir hieraus folgern, dafs auch für Parallelschliefsung aus einem festen und einem flüssigen Leiter keine Interferenz stattfinde, wenigstens bei folgenden Verhältnissen der Leitungswiderstände der festen zu den flüssigen Leitern:

100 :	362,8
100 :	211,5
100 :	105,4
100 :	81,5

100 : 4206,5
100 : 1965,0.

Aus sämmtlichen obigen Untersuchungen stellt sich folgendes Endresultat, wie ich mit Bestimmtheit glaube, hervor:

»Ein magneto-elektrischer Strom hat in Bezug auf seine Fähigkeit Leiter zu durchdringen ganz dieselben Eigenschaften, wie ein galvanischer Strom irgend eines andern Ursprungs, die Leiter mögen fest oder flüssig seyn, einfach oder als Parallelschliefsung auftreten.«

Ob eine rasche Hintereinanderfolge abwechselnd einander entgegengesetzter magneto-elektrischer Ströme die Erscheinungen des Einflusses der Leiter ändere, bleibt anderu Untersuchungen überlassen; auf jeden Fall liegt dann die Ursache davon nicht in der Natur der Ströme, sondern in der Art der Hintereinanderfolge, und es würden die Erscheinungen dieselben werden, wenn ein hydrogalvanischer Strom durch einen Commutator so abwechselnd entgegengesetzt durch den Leiter geführt würde [1]).

1) Eine zu Anfange dieses Jahres eigends zur Prüfung der de la Rive'schen Angaben unternommene Reihe von Versuchen hat auch mich nichts von einer Interferenz der elektrischen Ströme wahrnehmen lassen. Alle Erscheinungen ergaben sich, wenigstens bei Anwendung eines Luftthermometers, genau so, wie sie nach dem Ohm'schen Fundamentalgesetz vorauszusehen waren; nur der Umstand, dafs ich wegen Mangels eines Bréguet'schen Thermometers (hinsichtlich dessen Untauglichkeit zu diesen Versuchen ich übrigens vom Anfange an vollkommen die Meinung des Hrn. Verfassers obiger Abhandlung getheilt habe) die Quelle des Irrthums von Hrn. de la Rive nicht direct nachweisen konnte, hat mich bisher von der Veröffentlichung dieser Versuche abgehalten. *P.*

II. *Dreizehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday.*

(Fortsetzung von S. 287.)

Glimm-Entladung (*Glow discharge.*)

1526. Diejenige Form der zerreifsenden Entladung, die als ein *Glimmen* (1359. 1405) erscheint, ist sehr eigenthümlich und schön; sie scheint abzuhängen von einer raschen und fast ununterbrochenen Ladung der Luft dicht bei, und in Berührung mit dem Conductor.

1527. Sie entsteht durch *Verkleinerung der ladenden Fläche.* Als z. B. ein Stab von 0,3 Zoll Durchmesser mit rundem Ende in freier Luft positiv gemacht wurde, gab er aus diesem Ende schöne Lichtbüschel; allein zuweilen verschwanden diese, und statt ihrer trat ein stilles, stetiges phosphorescirendes Glimmen ein, welches das ganze Ende des Stabes bekleidete, und sich von demselben auf eine sehr kleine Entfernung in die Luft erstreckte. Mit einem Stab von 0,2 Zoll Durchmesser war das Glimmen leichter hervorzubringen. Mit noch dünneren Stäben, und auch mit stumpfen konischen Spitzen, trat es noch leichter ein, und mit einer feinen Spitze konnte ich in freier Luft keinen Lichtbüschel, sondern nur diefs Glimmen erhalten. Das positive Glimmen und der positive Stern (*star*) sind in der That eins und dasselbe.

1528. *Verstärkung der Kraft der Maschine* strebt Glimmen zu bewirken; denn zugerundete Enden, welche nur Lichtbüschel geben, wenn die Maschine schwach wirkt, liefern das Glimmen leicht, wenn diese in gutem Stande ist.

1529. *Verdünnung der Luft* begünstigt wunderbar das Glimm-Phänomen. Eine Messingkugel, drittehalb Zoll im Durchmesser, die unter der Glocke einer Luftpumpe positiv vertheilend gemacht worden, bedeckte sich auf einem Flächenraum von zwei Zoll Durchmesser mit einem Glimmen, als der Luftdruck auf 4,4 Zoll verringert worden. Durch eine geringe Ajustirung liefs sich die Kugel ganz mit diesem Licht bekleiden. Bei Anwendung einer Messingkugel von 1,25 Zoll Durchmesser, die durch eine vertheilende negative Spitze vertheilt positiv gemacht worden, waren die Erscheinungen bei starken Graden von Verdünnung aufserordentlich schön. Das Glimmen verbreitete sich über die positive Kugel und nahm allmälig an Helligkeit zu, bis es zuletzt sehr leuchtend war; auch richtete es sich auf, gleich einer schwachen Flamme von der Höhe eines halben Zolls und mehr. Eine Berührung der Seiten der Glasglocke hatte eine Einwirkung auf diese leckende Flamme; sie nahm eine Ringform an, gleich einer Krone oben auf der Kugel, schien biegsam, und drehte sich verhältnifsmäfsig langsam, d. h. etwa vier bis fünf Mal in einer Secunde. Diese Ringgestalt und dieses Drehen hängen zusammen mit mechanischen Strömen (1576) die unter der Glocke stattfinden. Diefs Glimmen in verdünnter Luft wird oft sehr verschönert durch eine Funken-Entladung am Conductor (1551 Note).

1530. Ein *negatives Glimmen* in der Luft, unter gewöhnlichem Druck, zu erhalten, ist schwierig. Auf Stäben von 0,3 Zoll Durchmesser, so wie auf weit dünneren Stäben konnte ich es mit meiner Maschine nicht hervorbringen, und es ist bis jetzt zweifelhaft, ob der sogenannte negative Stern, selbst auf feinen Spitzen, ein sehr reducirter und kleiner, aber noch intermittirender Lichtbüschel ist, oder ein Glimmen, ähnlich dem auf einer positiven Spitze.

1531. In verdünnter Luft läfst sich das negative

Glimmen leicht erhalten. Wenn die zugerundeten Enden zweier, etwa 0,2 Zoll dicker Metallstäbe in eine Kugel oder Flasche mit verdünnter Luft eingeführt und bis auf etwa 4 Zoll einander gegenüber gebracht werden, kann man das Glühen leicht auf beiden Stäben erhalten, nicht blofs an den Enden, sondern noch ein oder zwei Zoll dahinter. Bei Anwendung von *Kugeln* unter der Luftpumpen-Glocke, liefs sich, bei gehöriger Entfernung und Auspumpung, die negative Kugel mit einem Glimmen bekleiden, sie mochte die vertheilende oder vertheilte Fläche seyn.

1532. Bei Anwendung von Stäben ist nothwendig darauf zu achten, dafs, wenn sie in der Flasche oder Kugel concentrisch gestellt sind, das Licht des einen Stabes durch die Seiten des Gefäfses auf den andern Stab reflectirt wird, und diesen scheinbar leuchtend macht, wenn er es wirklich nicht ist. Diefs läfst sich durch ein Verschieben des Auges während der Beobachtung entdecken oder durch Anwendung geschwärzter Stäbe vermeiden.

1533. Merkwürdig ist der Zusammenhang des Glimmens, der Lichtbüschel und Funken, wenn sie von positiven oder negativen Flächen erzeugt werden. So geht die Funken-Entladung, um mit ihr zu beginnen, weit schneller in Büschel über, wenn die Fläche, an welcher die Entladung anfängt (1484) negativ ist, als wenn sie positiv; schreiten wir aber weiter fort in der Reihe der Veränderungen, so finden wir, dafs der positive Büschel lange vor dem negativen in Glimmen übergeht, so dafs, obwohl jede (*each*, d. h. Fläche. *P.*) die drei Zustände in derselben allgemeinen Ordnung darbietet, doch die Reihen nicht genau dieselben sind. Wahrscheinlich wird man, wenn diese Umstände genau (*minutely*) untersucht werden, wie es in Kurzem geschehen mufs, finden, dafs jedes Gas oder Di-elektricum seine eigenen

Resultate darbietet, abhängig von der Art, wie dessen Theilchen den polaren elektrischen Zustand annehmen.

1534. Das Glimmen zeigt sich in allen Gasen, die ich darauf untersucht habe, nämlich in Luft, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Steinkohlengas, Kohlensäure, Salzsäure, schwefliger Säure und Ammoniak. Ich glaube es noch in Terpenthinöl erhalten zu haben; allein jedenfalls war es matt und gering.

1535. Das Glimmen ist immer von einem Winde begleitet, der geradezu entweder von dem glimmenden Theil oder auf ihn zu bläst; der erstere Fall ist jedoch der häufigste. Diefs findet statt selbst wenn das Glimmen auf einer Kugel von beträchtlicher Gröfse vorkommt; und wenn man die Sache so einrichtet, dafs der leichte und regelmäfsige Zutritt der Luft zu einem, das Glimmen zeigenden, Theil gestört oder verhindert wird, hört das Glimmen auf.

1536. Niemals vermochte ich das Glimmen in sichtbare intermittirende Elementar-Entladungen zu zerlegen (1427. 1433), noch andere Beweise von intermittirender Wirkung, namentlich ein Geräusch (1431), zu erhalten. Die Erfolglosigkeit der Versuche, eine solche Wirkung sichtbar zu machen, mag von der grofsen Ausbreitung des Glimmens abhängen, die eine Trennung sichtbarer Bilder verhindert; und in der That, selbst wenn eine Intermittenz stattfindet, ist nicht wahrscheinlich, dafs alle Theile auf einmal und regelmäfsig intermittiren.

1537. Alle diese Erscheinungen deuten darauf, dafs das *Glimmen* von einer ununterbrochenen Ladung oder Entladung von Luft herrührt; im ersteren ist es begleitet von einem Strom aus dem Ort des Glimmens, im letzteren von einem zu demselben. So wie die umgebende Luft zu dem geladenen Conductor kommt, und den Ort erreicht, wo die Spannung der Theilchen auf

einen hinreichenden Grad gestiegen ist (1370. 1410), wird sie geladen, und dann, durch den vereinten Effect der auf sie wirkenden Kräfte fortbewegt; und zur selben Zeit, da sie anderen Theilchen Platz macht, um ihrerseits anzulangen und sich zu laden, hilft sie jenen Strom bilden, durch welchen diese in die nothwendige Lage gebracht werden. So wird durch die Regelmäfsigkeit der Kräfte, ein beständiger und ruhiger Effect erzeugt, bestehend in einer Ladung successiver Luftportionen, Erzeugung eines Stroms und eines fortdauernden Glimmens.

1538. Häufig vermochte ich zu bewirken, dafs das Ende eines Stabes, welches für sich allein einen Lichtbüschel gegeben haben würde, vorzugsweise ein Glimmen gab, blofs dadurch, dafs ich an diesem Ende die Bildung eines Luftstroms unterstützte, und andererseits ist es gar nicht schwierig, durch Abänderung des Luftstroms (1574. 1579) oder der benachbarten Vertheilungswirkung das Glimmen in Lichtbüschel zu verwandeln.

1539. Der Uebergang des Glimmens einerseits in Büschel und andererseits in Funken, also der Zusammenhang dieser drei Erscheinungen, läfst sich auf verschiedene Weisen feststellen. Diejenigen Umstände, welche die Ladung der Luft durch den erregten Conductor zu erleichtern suchen, so wie die, welche, ungeachtet der Entladung (des Conductors. *P.*) die Spannung auf derselben Stufe zu halten streben, tragen zur Erzeugung des Glimmens bei; diejenigen dagegen, welche der Ladung der Luft oder des anderweitigen Di-elektricums zu widerstreben suchen, und die, welche die Anhäufung der elektrischen Kraft vor der Entladung begünstigen (welche Kraft, durch diesen Act sinkend, steigen mufs, ehe die Spannung wieder den erforderlichen Grad erlangen kann), befördern die intermittirende Entladung, und deshalb die Erzeugung von Lichtbüscheln oder Funken. So helfen das Glimmen unterhalten oder hervorbringen:

Verdünnen der Luft, Entfernen grofser leitender Flächen aus der Nachbarschaft des glimmenden Endes, Nähern einer scharfen Spitze gegen dasselbe; dagegen streben das Glimmen in Lichtbüschel und selbst in Funken zu verwandeln: Verdichten der Luft, Entgegenhalten der Hand oder einer anderen grofsen Fläche, allmäliges Annähern einer Entladungskugel. Alle diese Umstände lassen sich, in leicht begreiflicher Weise, zurückführen auf ihr relatives Vermögen, bilden zu helfen entweder ein *continuirliches* Entladen gegen Luft, welches Glimmen erzeugt, oder ein unterbrochenes, welches Lichtbüschel, oder, mehr gesteigert, Funken hervorbringt.

1540. Das abgerundete Ende eines 0,3 Zoll dikken Stabes bekleidete sich, beim Drehen der Maschine, mit einem positiven Glimmen. Als die Maschine angehalten wurde, so dafs die Ladung des Conductors sinken mufste, verwandelte sich das Glimmen für einen Moment, gerade vor dem gänzlichen Verschwinden der Entladung, in Lichtbüschel, dadurch zeigend, dafs für ein Ende von gewisser Gröfse eine gewisse hohe continuirliche Ladung nothwendig sey. Als die Maschine so gedreht wurde, dafs die Intensität gerade schwach genug seyn mufste, um continuirliche Lichtbüschel aus dem Ende in freie Luft zu geben, verwandelten sich diese Büschel, bei Annäherung einer feinen Spitze, in ein Glimmen. Drehte man dagegen die Maschine so, dafs das Ende ein continuirliches Glimmen in freier Luft darbot, bewirkte die allmälige Annäherung der Hand ein Zusammenziehen des Glimmens bis auf die letzte Spitze des Stabes, dann ein Ausstofsen eines Lichtpunkts, welcher sich in einen Stiel (*foot stalk* (1426)) verwandelte und endlich Lichtbüschel mit grofsen Verästelungen erzeugte.

1541. Macht man das Ende eines runden Drahts fettig, so giebt es sogleich Lichtbüschel statt des Glimmens. Eine Kugel, versehen mit einer stumpfen Spitze, die man nach Belieben mehr oder weniger aus ihr her-

vorragen lassen kann, liefert alle Abstufungen vom Glimmen, durch Lichtbüschel, in Funken.

1542. Es ist auch sehr interessant und lehrreich, den Uebergang vom Funken zum Glimmen durch den intermediären Zustand eines Streifens (*stream*), zwischen Enden (den Enden zweier Stäbe. *P.*) in einem, mit mehr oder weniger verdünnter Luft gefüllten Gefäfse zu verfolgen; doch ich fürchte zu weitschweifig zu werden.

1543. Alle diese Erscheinungen zeigen, dafs das Glimmen genau von derselben Natur ist, wie der leuchtende Theil eines Büschels oder einer Verästelung, nämlich ein Laden der Luft. Der einzige Unterschied besteht darin, dafs das Glimmen durch die constante Erneuerung derselben Wirkung an demselben Ort das Ansehen einer ununterbrochenen Erscheinung erlangt, wogegen die Verästelung von einer momentanen, unabhängigen und intermittirenden Wirkung derselben Art herrührt.

Dunkle Entladung.

1544. Ich will nun einen sehr merkwürdigen Umstand in der, vom negativen Glimmen begleiteten, leuchtenden Entladung kennen lernen, welcher späterhin vielleicht mit Recht bis in Entladungen von weit höherer Intensität verfolgt werden kann. Zwei Messingstäbe von 0,3 Zoll Dicke waren von den gegenüberliegenden Seiten her in eine Glaskugel eingelassen und mit ihren Enden in Berührung gebracht; auch war die Luft um ihnen stark verdünnt. Nun wurde eine elektrische Entladung aus der Maschine durch sie hingeleitet, und während diese fortfuhr, wurden die Enden von einander getrennt. Im Moment der Trennung erschien auf dem Ende des negativen Stabes ein andauerndes Glimmen, während das positive Ende ganz dunkel blieb. Bei Vergröfserung der Entfernung erschien ein purpurfarbener Streif oder Nebel [1]) auf dem Ende des positiven Stabes, und schritt aus-

1) *Stream or haze.*

wärts direct auf den negativen Stab los; er verlängerte sich bei Vergrößerung des Zwischenraums, vereinigte sich aber niemals mit dem negativen Glimmen, indem immer ein kurzer dunkler Raum dazwischen blieb. Dieser Raum, von etwa $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ Zoll war anscheinend unveränderlich in Ausdehnung und Lage, in Bezug auf den negativen Stab; auch erlitt das negative Glimmen keine Veränderung. Der Effect war auch gleich, das negative Ende mochte vertheilend oder vertheilt seyn. Seltsam war es zu sehen, wie der positive purpurfarbene Nebel sich beim Auseinanderrücken der Enden verkürzte oder verlängerte, und dennoch jener dunkle Raum und das negative Glimmen ungeändert blieben (Fig. 19 Taf. I des vorigen Bandes).

1545. Nun wandte ich zwei Kugeln in einer grofsen Luftpumpen-Glocke an und verdünnte die Luft. Es zeigten sich die gewöhnlichen Uebergänge in dem Charakter der Entladung; allein sobald der leuchtende Streif, welcher nach Verschwinden der Funken und Büschel erschien, in ein Glimmen an den Kugeln übergegangen war, zeigte sich der dunkle Raum, und zwar es mochte die eine oder die andere Kugel die vertheilende, die positive oder negative seyn.

1546. Zuweilen, wenn die negative Kugel grofs, die Maschine kräftig und die Luftverdünnung stark war, bekleidete sich diese Kugel auf der Hälfte ihrer Oberfläche mit einem Glimmen, und dann schien sich, bei flüchtiger Beobachtung, kein dunkler Raum zu zeigen; allein diefs war eine Täuschung, entspringend aus dem Uebergreifen der concaven Begränzung des positiven Streifens über das convexe Ende des negativen Glimmens. Sorgfältigere Beobachtungen und Versuche überzeugten mich, dafs, wenn das negative Glimmen eintrat, es niemals den leuchtenden Theil der positiven Entladung sichtbar berührte, sondern der dunkle Raum immer zugegen war.

1547. Die sonderbare Trennung, welche die positive und negative Entladung, wenigstens in ihren leuchtenden Theilen, unter Umständen darbieten, die Jeder als günstig für deren Vereinigung halten würde, hängt wahrscheinlich zusammen mit den Unterschieden, die sie in Büschelform zeigen, und entspringt vielleicht aus gleicher Ursache. Ferner hat es alle Wahrscheinlichkeit, dafs die dunkeln Stellen, die in schwachen Funken vorkommen, ebenfalls mit diesen Erscheinungen zusammenhängen [1]). Das Verständnifs dieser Erscheinungen würde sehr wichtig seyn; denn es ist ganz klar, dafs bei vielen Versuchen, und, in der That, bei allen von mir angeführten, die Entladung durch den dunkeln Theil des Di-elektricums in einer Ausdehnung stattfindet, die der in dem leuchtenden völlig gleich ist. Dieser Unterschied in dem Resultat scheint eine Verschiedenheit in der Art, wie die beiden elektrischen Kräfte in den respectiven Theilen in Gleichgewicht gebracht werden, anzuzeigen; und hält man diese Erscheinungen für fernere Beweise, dafs wir die Principien der Vertheilung und Entladung in dem Zustand der Theilchen des Di-elektricuums suchen müssen, so würde es von grofser Wichtigkeit seyn, genau zu wissen, worin der Unterschied des Vorgangs (*action*) in den dunkeln und leuchtenden Theilchen besteht.

1548. Die dunkle Entladung durch Luft (1552), welche in dem erwähnten Falle sehr augenfällig ist (1544), führt zu der Untersuchung, ob die Lufttheilchen überhaupt fähig sind, eine Entladung unter sich auszuführen, ohne leuchtend zu werden; und diese Untersuchung ist wichtig, weil sie zusammenhängt mit jenem Grad von Spannung, der zur Entstehung einer Entladung nothwendig ist (1368. 1370). Entladungen zwischen *Luft* und *Leitern* ohne Lichterscheinungen sind sehr gemein; und nicht leuchtende Entladungen durch fortführende Ströme von

1) Prof. Johnson's Versuche. Silliman's Journal, XXV, p. 57.

von Luft und anderen Flüssigkeiten (1562. 1595) sind ebenfalls häufig genug; allein diefs sind nicht die in Frage stehenden Fälle, da sie nicht Entladungen zwischen isolirenden Theilchen darstellen.

1549. Ich machte eine Vorrichtung zum Entladen zwischen zwei Kugeln (1485), Fig. 15 Taf. I; allein statt die vertheilte Kugel direct mit dem Ableiter (292) zu verknüpfen, setzte ich sie in Verbindung mit dem inneren Belege einer Leidner Flasche und den Ableiter mit deren äufseren Beleg. Beim Drehen der Maschine ergab sich dann, dafs, sobald hörbare und leuchtende Entladungen an den Kugeln AB vorkamen, die Flasche geladen ward, dafs aber, wenn jene fehlten, auch die Flasche keine Ladung empfing, und solches war der Fall, wenn, statt der Kugeln, kleine runde Enden angewandt wurden, wie sie übrigens auch angeordnet seyn mochten. Unter diesen Umständen war also die Entladung selbst zwischen Luft und Leitern immer leuchtend.

1550. Allein in andern Fällen sind die Erscheinungen von der Art, dafs sie es fast gewifs machen, dafs eine dunkle Entladung durch die Luft hin stattfinden kann. Wenn man das zugerundete Ende eines 0,15 Zoll dicken Metallstabes einen guten negativen Büschel geben läfst, wird die Annäherung eines kleineren Endes oder einer stumpfen Spitze ihm gegenüber, bei einem gewissen Abstande, den Büschel verkleinern und an dem positiven vertheilten Draht ein Glimmen, begleitet von einem von ihm ausgehenden Luftstrom zum Vorschein bringen. Da nun die Luft sowohl an der positiven als negativen Oberfläche geladen ist, so scheint zu folgen, dafs die geladenen Theilchen einander irgendwo in dem Zwischenraum begegnen und gegenseitig entladen, ohne eine Lichterscheinung hervorzubringen. Es ist jedoch möglich, dafs die positiv elektrisirte Luft an dem glimmenden Ende nach der negativen Oberfläche wandere und wirklich die Atmosphäre bilde, in welche die sicht-

baren negativen Büschel ausbrechen, wo dann eine dunkle Entladung nicht nothwendig vorzukommen braucht. Allein ich neige zu der ersteren Meinung, und glaube, dafs die Verkleinerung des negativen Büschels beim Auftreten des positiven Glimmens an dem Ende des gegenüberstehenden Drahts für diese Meinung spricht.

1551. Bei Anwendung von verdünnter Luft als Dielektricum ist es leicht Lichterscheinungen, wie Büschel oder Glimmen, an beiden leitenden Kugeln oder Enden, nebst einem dunkeln Raum dazwischen, zu erhalten, und zwar so momentan, dafs wir, glaube ich, die Entladung durch den dunkeln Raum nicht auf Ströme zurückführen können. Wenn man z. B. zwei Kugeln von ungefähr einem Zoll Durchmesser, in verdünnter Luft vier oder mehre Zoll von einander befestigt, in die Bahn einer Entladung bringt, und nun einen unterbrochenen oder Funken-Strom [1]) mit der Maschine erzeugt, so kann man an jeder Kugel Lichterscheinungen erhalten, während mehr oder weniger von dem Zwischenraum völlig dunkel bleibt. Die Entladung geht so plötzlich über wie ein verzögerter Funken (295. 334), d. h. in einem fast unmefsbar kleinen Zeitraum, und in solchem Falle mufs sie, glaube ch, durch den dunkeln Theil als eine wahre Zerreifsungs-Entladung, und nicht vermöge Fortführung übergegangen seyn.

1552. Hieraus schliefse ich, dafs es eine dunkle zerreifsende Entladung geben kann (1547. 1550), und auch, dafs, in den leuchtenden Büscheln, die sichtbaren Verästelungen nicht die volle Ausdehnung der zerreifsenden Entladung (1444. 1452) anzeigen mögen, sondern dafs jede eine dunkle Aufsenseite, gleichsam eine

1) Unter Funkenstrom verstehe ich den Uebergang einer Reihe von Funken zwischen dem Conductor der Maschine und dem Apparat; unter einem continuirlichen Strom dagegen einen, der durch metallene Leiter geht, und in dieser Beziehung ohne Unterbrechung an demselben Ort.

Hülle, habe, durch deren sämmtliche Theile die Entladung sich erstreckt. Es ist sogar wahrscheinlich, dafs es dunkle Entladungen giebt, die in der Form den Büscheln und Funken analog sind, an keiner Stelle aber leuchten (1445).

1553. Das Vorkommen der dunkeln Entladung in irgend einem Falle zeigt bei wie niederer Spannung eine zerreifsende Entladung eintreten kaun (1548), zeigt dafs das Licht der zuletzt erscheinenden Büschel und Funken keine Beziehung zur erforderlichen Intensität (1368. 1378) hat. Die Entladung beginnt, so zu sagen, im Dunkeln, und das Licht ist eine blofse Folge der Elektricitätsmenge, die, nach angefangener Entladung, zu diesem Orte fliefst und daselbst ihren leichtesten Uebergang findet (1418. 1435). Als ein Beispiel vom allgemeinen Wachsen der Entladung will ich bemerken, dafs, bei den Versuchen in Sauerstoffgas über den Uebergang der Entladung von Funken in Büschel (1518), jedem Funken unmittelbar ein kurzer Büschel voranging.

1554. Die Erscheinungen bei der dunkeln Entladung in anderen Gasen, obwohl in gewissen Kennzeichen von der Luft verschieden, bestätigen die obigen Schlüsse. Die beiden zugerundeten Enden (1544) (Fig. 19 Taf. I) wurden in *Salzsäuregas* (1445. 1463) gebracht, bei 6,5 Zoll Quecksilber Druck, und ein ununterbrochener Maschinenstrom durch den Apparat gesandt. Es erschienen helle Funken, bis der Zwischenraum etwa einen Zoll betrug, wo dann statt ihrer ein untersetztes (*squat*) büschelförmiges, intermittirendes Glimmen an beiden Enden, mit einem dunkeln Raum dazwischen, eintrat. Wenn der Strom an der Maschine in Funken geschah, veranlafste jeder Funken eine Entladung durch das Salzsäuregas, welche, bei einem gewissen Zwischenraum (der Kugeln — P) hell (*bright*) war, bei einem gröfseren Zwischenraum, gerade und flammicht, einem sehr erschöpften und plötzlichen, aber nicht dichten und

scharfen Funken gleich, erschien, und bei einem noch gröfseren Zwischenraum einen schwachen Büschel an dem vertheilenden positiven Ende und ein Glimmen an dem vertheilten negativen Ende, mit einem dunkeln Raum dazwischen (1544) hervorbrachte; und zu solchen Zeiten war der Funke am Conductor, statt plötzlich und geräuschvoll zu seyn, matt und still (334).

1555. Bei Einlassung von mehr Salzsäuregas (in den Recipienten der Luftpumpe — *P.*), bis der Druck 29,97 Zoll Quecksilber war, gaben dieselben Enden bei kleinen Abständen Funken; bei Abständen von einem Zoll und mehr geschahen aber die Entladungen meistens in sehr kleinen Büscheln und Glimmungen, häufig auch ohne alles Licht, obwohl noch Elektricität durch das Gas gegangen war. Sobald der helle Funken bei diesem Druck durch das Salzsäuregas ging, war er durch und durch hell, ohne dunkle und matte Stellen.

1556. In *Steinkohlengas*, unter gewöhnlichem Druck, und bei einem Abstande von etwa einem Zoll, war die Entladung begleitet von kurzen Büscheln an beiden Enden, und von einem dunkeln Raum von einem halben Zoll und mehr zwischen ihnen, ungeachtet die Entladung den scharfen schnellen Ton eines matten Funkens hatte, und in dem dunkeln Theil nicht konnte von *Fortführung* abgehangen haben.

1557. Dieses Gas zeigt rücksichtlich der hellen und dunkeln Stellen der Funken-Entladung verschiedene Sonderbarkeiten. Wenn zwischen den Enden der 0,3 Zoll dicken Stäbe (1544) helle Funken überschlugen, erschienen dicht bei den hellsten Stellen des Funkens sehr plötzlich dunkle. Ferner waren bei diesen Enden, so wie auch bei Kugeln (1422) die hellen Funken zuweilen roth, zuweilen grün, und zuweilen grün und roth an ihren verschiedenen Theilen. Ueberdiefs zeigte sich in den beschriebenen Versuchen, bei gewissen Abständen,

eine sehr eigenthümliche blasse, matte, aber plötzliche Entladung, die, obwohl scheinbar schwach, sehr direct in ihrer Bahn war, und von einem scharfen, schnappenden Geräusch begleitet wurde, wie wenn sie in ihrer Aufeinanderfolge sehr rasch war.

1558. *Wasserstoff* gab häufig eigenthümliche Funken, die an einer Stelle hellroth, an der andern matt blafsgrau, oder auch ganz und gar matt und eigenthümlich waren.

1559. *Stickstoff* gab zwischen zwei Kugeln, von respective 0,15 und 2 Zoll Durchmesser (1506. 1518), von denen die kleinere entweder direct oder vertheilt negativ gemacht worden, eine sehr merkwürdige Entladung. Sie geschah bei Zwischenräumen von 0,42 bis 0,68 und selbst 1,4 Zoll, wenn die gröfsere Kugel vertheilend positiv war, und bestand aus einem kleinen büscheligen Theil an der kleineren negativen Kugel, einem dunkeln Raum, und endlich einer geraden matten Linie an der grofsen positiven Kugel (Fig. 20 Taf. I). Die Lage des dunkeln Raums war sehr beständig, und hatte wahrscheinlich eine directe Beziehung zu dem beschriebenen dunkeln Raum, der bei negativem Glimmen vorhanden war (1544). Wenn durch irgend einen Umstand ein heller Funke erschien, war der Contrast mit dem oben beschriebenen sonderbaren Funken sehr auffallend; denn er hatte immer einen schwach purpurfarbenen Theil, und dieser lag beständig nahe an der positiven Kugel.

1560. So scheint denn die dunkle Entladung entschieden festgestellt; allein ihre Feststellung ist von Beweisen begleitet, dafs sie in verschiedenen Gasen in verschiedenen Graden und Weisen auftritt. Das ist zu vielen anderen Actionen (1296. 1398. 1399. 1423. 1454. 1503) eine neue specifische, durch welche die elektrischen Relationen isolirender Di-elektrica unterschieden und festgestellt sind, und ein neues Argument zu Gun-

sten der hier in Untersuchung genommenen Molecular-Theorie von der Vertheilung.

1561. Was ich über die Zerreifsungs-Entladung gesagt, ist etwas lang geworden, doch hoffe ich wird die Wichtigkeit des Gegenstandes diefs entschuldigen. Ehe ich meine Bemerkungen schliefse, will ich noch die Frage aufwerfen: Ob wir keinen Grund haben, die Spannung oder Zurückhaltung (*retention*) und demnächst die Entladung in Luft oder anderen isolirenden Di-elektricis als einerlei zu betrachten mit der Verzögerung und Entladung in einem Metalldraht, nur dem Grade nach fast unendlich verschieden von diesen (1334. 1336). In anderen Worten: können wir nicht durch eine Stufenleiter von Verknüpfungen die Entladung verfolgen von ihrem Vorkommen in Luft an, durch Wallrath und Wasser zu Lösungen, und dann zu Chloriden, Oxyden und Metallen, ohne weseutliche Aenderung in ihrem Charakter, und zugleich die unmerkliche Leitung der Luft, durch Salzsäuregas, und die dunkle Entladung verknüpfend mit der besseren Leitung durch Wallrath, Wasser und der höchst vollkommenen Leitung der Metalle, die Erscheinungen beider Extreme in Zusammenhang setzen? Und könnte es nicht seyn, dafs die Verzögerungskraft und das Glühen eines Drahts Effecte von genau gleicher Natur wären mit der Zurückhaltung der Entladung und dem Funken in Luft? Wenn dem so ist, wird sich ergeben, dafs die beiden Extreme in den Eigenschaften der Dielektrica im innigsten Zusammenhang stehen, und die ganze Verschiedenheit wahrscheinlich nur abhängt von der Weise und dem Grade wie sich deren Theile unter dem Einflufs der vertheilenden Actionen polarisiren (1338. 1603. 1610).

X. Fortführung oder fortführende Entladung.

1562. Die letzte Art von Entladung, die ich zu betrachten habe, ist die, welche durch das Fortwandern (*motion from place to place*) der geladenen Theilchen bewirkt wird. Sie ist in ihrer Beschaffenheit scheinbar sehr verschieden von allen früheren Entladungsweisen (1319); allein da das Resultat dasselbe ist, so kann sie von grofser Wichtigkeit seyn, um nicht blofs die Natur der Entladung selbst, sondern auch den sogenannten elektrischen Strom zu erläutern. In Fällen von Lichtbüscheln und Glimmungen (1440. 1535) vereinigt sie oft, wie zuvor bemerkt, ihre Wirkung mit der der zerreifsenden Entladung, um den Act der Neutralisation zwischen den elektrischen Kräften zu vervollständigen.

1563. Die geladenen Theilchen, seyen sie isolirender oder leitender Natur, grofs oder klein, wandern dann. Die Betrachtung eines grofsen Partikels von leitender Substanz mag zuvörderst unsere Vorstellungen unterstützen.

1564. Ein kupferner Kessel von drei Fufs Durchmesser ward isolirt und elektrisirt, doch so schwach, dafs ein Entweichen durch Büschel und zerreifsende Entladung in keinem merklichen Grade an den Rändern und vorspringenden Theilen stattfinden konnte. Eine Messingkugel, 2 Zoll im Durchmesser, hängend an einem sauberen Faden von weifser Seide, ward ihr genähert; es ergab sich, dafs sie, wenn sie eine oder zwei Secunden lang irgend einem Theile der geladenen Oberfläche des Kessels nahe gewesen, doch in solchem Abstande (zwei Zoll mehr oder weniger), dafs sie keine directe Ladung von ihr erhalten konnte, durch sich selbst geladen war, obwohl sie die ganze Zeit über isolirt gewesen; und ihre Elektricität war die *entgegengesetzte* von der des Kessels.

1565. Diese Wirkung war gegenüber den Kanten und Vorsprüngen des Kessels am stärksten, und schwä-

cher an den Seiten oder den ausgedehnten Stücken der Oberfläche, die nach Coulomb's Resultaten die schwächste Ladung haben. Sehr stark war sie gegenüber einem aus dem Kessel hervorragenden Stifte. Sie trat bei negativer und positiver Ladung des Kessels gleich gut ein. Sie zeigte sich auch bei kleineren Kugeln bis 0,2 Zoll und weniger im Durchmesser, so wie mit kleineren geladenen Leitern als der Kessel (*copper*). In der That ist es in einigen Fällen kaum möglich eine isolirte Kugel bis auf einen oder zwei Zoll einer geladenen ebenen oder convexen Oberfläche zu nähern, ohne dafs sie eine Entladung entgegengesetzter Art als die der Oberfläche erlangt.

1566. Dieser Vorgang ist eine Vertheilung, keine Mittheilung. Wenn die Kugel durch das dazwischenliegende Di-elektricum mit der positiv geladenen Oberfläche in Beziehung tritt, gerathen ihre gegenüberliegenden Seiten in entgegengesetzte Zustände; die dem Kessel zugewandte wird negativ, die abgewandte positiv. Es wird eine gröfsere Vertheilungswirkung gegen die Kugel gerichtet, als, in Abwesenheit derselben, durch den nämlichen Ort gehen würde, unter mehren Gründen deshalb, weil durch sie, als Leiter, der Widerstand der Theilchen des Di-elektricums, welches sonst dagewesen seyn würde, entfernt ist (1298), und auch, weil die reagirende positive Oberfläche der Kugel sich weiter, als wenn daselbst keine leitende Substanz vorhanden wäre, vom Kessel aus erstreckt [1]), daher mehr Freiheit hat, durch den Rest des Di-elektricums gegen umgebende Leiter zu wirken, und so die Erhöhung derjenigen Vertheilungspolarität, welche in ihre Bahn gerichtet ist (*which is directed in its course*), begünstigt. Es ist, in Bezug auf die Erhöhung der Kraft auf ihrer (der Kugel — *P.*)

1) *Because the reacting positive surface of the ball being projected further out from the boiler than when there is no introduction of conducting matter*, . . .

Aufsenfläche über die auf der vertheilenden Oberfläche des Kessels, wie wenn der letztere selbst, in dieser Richtung, einen Vorsprung hätte. So erlangt sie (die Kugel) einen gleichartigen, aber höheren Zustand als die Oberfläche des Kessels, welche ihn (den Zustand) veranlafst hat. Ihr Zustand ist hoch genug, um an ihrer positiven Oberfläche eine Entladung gegen die Luft zu veranlassen, oder auf kleine Theilchen, eben so wie sie selbst (die Kugel) von dem Kessel afficirt wird, einzuwirken, sie anzuziehen, zu laden und abzustofsen; und so wird die Kugel, als Ganzes, in den entgegengesetzten vertheilten Zustand gebracht. Die Folge hievon ist, dafs sie, wenn sie sich frei bewegen kann, in ihrer Tendenz, unter all den Kräften, sich dem Kessel zu nähern, eine Verstärkung erfährt, während sie zugleich in ihrem Zustand, sowohl Polarität als Ladung, mehr und mehr gesteigert wird, bis, bei einem gewissen Abstande, eine Entladung stattfindet, sie gleichen Zustand wie der Kessel annimmt, abgestofsen wird und zu dem Leiter geht, der, sie zu entladen, sich unter den günstigsten Umständen befindet, worauf sie ihren ersten indifferenten Zustand wieder annimmt.

1567. Es scheint mir, dafs die Art, wie vertheilende Körper auf ungeladene, schwebende und bewegliche Leiter in ihrer Nähe einwirken, sehr oft von dieser Natur sey, und gewöhnlich so, wenn sie in einer fortführenden Operation endet (1562. 1602). Die Art, in welcher, während der vorwaltende vertheilende (*dominant inductric*) Körper seine Elektricität nicht an die Luft abgeben kann, der vertheilte (*inducteous*) Körper eine Entladung derselben Art von Kraft zu bewirken vermag, ist sonderbar, und bei verlängerten oder unregelmäfsig gestalteten Leitern, z. B. Filamenten oder Staubtheilchen, wird der Effect oft sehr leicht und die darauf folgende Anziehung sehr unmittelbar seyn.

1568. Der beschriebene Effect hat wahrscheinlich

auch Einflufs in Hervorrufung jener Veränderungen bei der Funken-Entladung, deren in der letzten Reihe erwähnt wurde (1386. 1390). Denn wenn ein Staubtheilchen gegen die Vertheilungsaxe zwischen den Kugeln gezogen wird, wird es, bei einem gewissen Abstande von jener Axe, anfangen sich selbst in der (1566) beschriebenen Weise zu entladen, und dieser Anfang mag den Act (1417. 1420) so weit erleichtern, dafs es die Entladung vervollständigt, wie Funken durch das Theilchen gehen, obwohl es vielleicht nicht der kürzeste Weg von Kugel zu Kugel seyn mag. So wird auch, mit gleichen Kugeln bei gleichen Abständen, wie in den schon beschriebenen Vergleichungsversuchen (1493. 1506) ein Theilchen, das zwischen einem Paar von Kugeln ist, dort vorzugsweise eine Entladung bewirken, oder selbst, wenn ein Theilchen zwischen beiden ist, wird ein Unterschied in der Gröfse und Gestalt der einen zur Zeit ein Uebergewicht über die andere geben.

1569. Das Vermögen der Staubtheilchen, Elektricität fortzuführen, wenn diese von hoher Spannung, ist bekannt, und schon beim Gebrauch des Vertheilungs-Apparats (1201) habe ich einige Fälle der Art angeführt. Das Allgemeine des Vorgangs zeigt sich sehr gut bei grofsen leichten Gegenständen, z. B. bei dem Spielwerk, das man elektrische Spinne nennt; oder, wenn kleinere zur physikalischen Untersuchung gewünscht werden, bei dem Rauch einer glimmenden grünen Wachskerze, welche, einen successiven Strom solcher Theilchen darbietend, deren Bahn sichtbar macht.

1570. Bei Anwendung von Terpenthinöl als Dielektricum läfst sich die Wirkung und der Lauf kleiner leitender fortschiffender Theilchen darin gut beobachten. Einige kurze Fädchen vertreten die Stelle von Läufern (*carriers*) und ihre progressive Wirkung ist ungemein interessant.

1571. Beim Terpenthinöl wurde eine sehr auffal-

lende Erscheinung beobachtet, von der es vielleicht noch zweifelhaft ist, ob sie von dem Fortführungs-Vermögen der Theilchen in demselben oder von irgend einer andern Wirkung derselben herrührt. In einem Glasgefäfs, auf dessen Boden eine grofse unisolirte Silberscheibe lag, befand sich eine Portion dieses Oels, in welches oben ein elektrisirter Metallstab mit rundem Ende eintauchte. Die Isolation war sehr gut, und die Anziehung und andere Erscheinungen sehr auffallend. Das Ende des Stabes mit einem daran hangenden Tropfen Gummi-Wasser ward dann in der Flüssigkeit elektrisirt; sogleich strömte das Gummi-Wasser in feinen Fäden fort und zerstreute sich rasch durch das Terpenthinöl. Während der Zeit, dafs vier Tropfen sich auf diese Weise mit dem Di-elektricum vermengt hatten, hatte das letztere bei weitem den gröfsten Theil seines Isolationsvermögens verloren, keine Funken liefseu sich mehr in der Flüssigkeit erhalten, und alle von Isolation abhängigen Erscheinungen waren sehr schwach geworden. Die Flüssigkeit war sehr schwach getrübt. Auf blofse Filtration durch Papier erlangte sie wieder ihre frühere Klarheit, und isolirte nun so gut wie zuvor. Das Wasser war demnach blofs zertheilt in dem Terpenthinöl, nicht verbunden mit, oder gelöst in demselben; allein ob die kleinen Theilchen als Führer (*carrier*) dienten, oder ob sie nicht vielmehr in der Linie der höchsten Vertheilungs-Spannung (1350) aneinandergereiht (*gathered together*) und daselbst durch die elektrischen Kräfte in verlängerte Gestalten ausgezogen waren, so ihre Wirkungen vereinigend, um eine Zone von einer, im Vergleich zum Terpenthinöl ein bedeutendes Leitvermögen besitzenden Materie zu bilden, das ist noch zweifelhaft.

1572. Die Analogie zwischen der Wirkung starrer Theilchen, die leiten und fortführen, und der von geladenen Theilchen einer isolirenden, als Di-elektricum wirkenden Flüssigkeit ist sehr einleuchtend und einfach; al-

lein im letzteren Fall erfolgen nothwendig Ströme in den beweglichen Mitteln. Theilchen werden durch vertheilende Wirkung in einen Polarisationszustand gebracht, und diesem, nachdem er auf eine gewisse Spannung (1370) gestiegen, folgt die Mittheilung eines Theils der ursprünglichen Kraft des Conductors; demzufolge werden die Theilchen geladen, und dann, unter dem vereinten Einflufs von abstofsenden und anziehenden Kräften gegen einen Entladungsplatz getrieben, oder zu dem Ort, wo diese vertheilenden (*inductric*) Kräfte am leichtesten durch die entgegengesetzten vertheilten (*inducteous*) Kräfte compensirt werden.

1573. Warum eine Spitze für die Erzeugung von Strömen in einem flüssigen isolirenden Di-elektricum, wie Luft, so aufserordentlich günstig seyn müsse, ist sehr einleuchtend. Es ist das Ende der Spitze, das zuerst die zur Ladung der Luft erforderliche Intensität erlangt (1374); von diesem weichen die geladenen Theilchen zurück; und die mechanische Kraft, die dasselbe der Luft einprägt, um einen Strom zu bilden, wird in jeder Hinsicht begünstigt durch die Gestalt und Lage des Stabes, von welchem die Spitze das Ende bildet. Zugleich wie die Spitze der Ursprung einer thätigen mechanischen Kraft geworden ist, verhindert sie, gerade durch den Act der Hervorrufung jener Kraft, nämlich durch Entladung, jeden andern Theil des Stabes an der Erlangung desselben nothwendigen Zustands, und so bewahrt und unterhält sie ihre eigene Uebermacht.

1574. Die sehr mannigfaltigen und schönen Erscheinungen, welche bei Beschirmung oder Einschliefsung der Spitze entstehen, erläutern die Erzeugung des Stroms aufserordentlich gut, und rechtfertigen die nämlichen Schlüsse; wobei erinnert werden mufs, dafs in solchen Fällen der Effect auf die Entladung zweierlei Art ist. Denn der Strom kann gestört werden entweder durch Abhaltung des Zutritts von frischer ungelade-

ner Luft oder durch Verzögerung des Fortschaffens der bereits geladenen, wie im Fall eine Spitze in einer an einem Ende verschlossenen Röhre von isolirender Substanz elektrisirt wird; oder auch der *elektrische Zustand* der Spitze selbst kann durch die Relation zu andern, benachbarten und ebenfalls elektrisch gemachten Theilen verändert werden, z. B. wenn die Spitze sich in einer Metallröhre befindet, durch das Metall selbst, oder wenn sie in einer Glasröhre ist, durch ähnliche Wirkung der geladenen Stellen des Glases, oder selbst durch die umgebende Luft, die geladen worden ist und nicht entweichen kann.

1575. Will man in einem flüssigen Di-elektricum Vertheilungs-Phänomene beobachten, die eine unmittelbare Beziehung zu, und eine Abhängigkeit von der Fluidität des Mediums haben, wie z. B. Entladung aus Spitzen, oder Anziehungen und Abstofsungen u. s. w., so mufs die Masse der Flüssigkeit grofs seyn, und in solchem Verhältnifs zu dem Abstande zwischen den vertheilenden und vertheilten Flächen, dafs alle *Linien der Vertheilungskraft* (1369) zwischen ihnen eingeschlossen sind; sonst können die Wirkungen von Strömen, Anziehungen u. s. w., welche die Resultanten aller dieser Kräfte sind, nicht erhalten werden. Die Erscheinungen, welche in offener Luft oder in der Mitte einer mit Terpenthinöl gefüllten Kugel vorkommen, finden in denselben Mitteln nicht mehr statt, können auch nicht mehr erwartet werden, sobald sie in Röhren von Glas, Schellack, Schwefel oder anderen solchen, obwohl vortrefflich isolirenden Substanzen, eingeschlossen sind. Denn in solchen Fällen sind die Polarkräfte, statt zerstreut zu seyn unter die flüssigen Theilchen, die unter ihrem Einflufs sich zu bewegen suchen, verbunden an vielen Stellen mit Theilchen, die, ungeachtet ihrer Tendenz zur Bewegung, gezwungen sind ruhig zu bleiben.

1576. Die mannigfachen Umstände, unter welchen

mit verschiedentlich geformten und beschaffenen Leitern Ströme vorkommen können, erläutern alle dieselbe Einfachheit der Erzeugung. Eine *Kugel* wirkt wie eine Spitze (1537), sobald die Intensität auf ihrer Oberfläche hinlänglich gesteigert, und am gröfsten ist auf einem Theile, der mit der Erzeugung eines Luftstroms zu und von ihr vereinbar ist; das ist der Fall, wenn sich auf der Kugel ein Glimmen zeigt, da für dieses Phänomen der Strom wesentlich ist. Gebraucht man eine Kugel, so grofs wie sie zur Hervorbringung des Glimmens angewandt werden kann, so erscheint das Glimmen an der Stelle, wo der Strom die Kugel verläfst, und das wird die Stelle seyn, die der Verknüpfung der Kugel mit dem sie tragenden Stab gerade gegenüber liegt; sobald man aber anderswo die Spannung steigert, so dafs sie die an jener Stelle übertrifft, was sich durch Vertheilung leicht bewirken läfst, so ändert sich der Ort des Glimmens und die Richtung des Stroms ebenfalls, und geht zu demjenigen Ort über, der zur Zeit am günstigsten für die Erzeugung beider ist (1591).

1577. Das Nähern der Hand an die Kugel z. B. wird Büschel hervorzubringen streben (1539); allein durch vermehrten Zufluſs von Elektricität kann das Glimmen unterhalten werden; führt man nun die Hand von Seite zu Seite herum, so wird die Lage des Glimmens sich sehr augenfällig mit bewegen.

1578. Eine Spitze gegen eine glimmende Kugel gehalten, wird, in zwölf oder vierzehn Zoll Entfernung, das Glimmen in Büschel verwandeln; bringt man sie aber näher heran, so kommt das Glimmen wieder zum Vorschein, wahrscheinlich als Folge der Entladung von Wind oder Luft, die aus der Spitze gegen die Kugel gerichtet ist; und diefs Glimmen folgt der Spitze, wenn man diese bewegt, in jeder Richtung.

1579. Selbst ein Windstrom wirkt auf die Stelle des Glimmens. Denn als eine gefirnifste Glasröhre seit-

wärts gegen eine Kugel gerichtet, und zuweilen Luft durch sie auf die Kugel geblasen wurde und zuweilen nicht, so veränderte sich, im ersteren Fall, der Ort des Glimmens ein wenig, wie wenn es durch den Strom fortgeblasen würde, wie man es gerade im Voraus erwarten konnte. Alle diese Erscheinungen erläutern schön die allgemeinen Ursachen und Beziehungen sowohl des Glimmens als der dasselbe begleitenden Luftströme (1574).

1580. Flammen erleichtern die Entstehung eines Stroms in den sie umgebenden Di-elektricis. Denn, wenn man auf einer Kugel, die keinen Strom in Luft gegeben haben würde, eine Flamme anbringt, klein oder grofs, so bildet sich der Strom mit gröfster Leichtigkeit. Die Wirksamkeit der Flamme in diesem Fall zu begreifen, kann nicht die geringste Schwierigkeit haben, sobald man nur daran die Beziehung derselben, als Theil des umgebenden Di-elektricums, zu der elektrisirten Kugel für einen Augenblick in Betracht zieht (1375. 1380).

1581. Leitende flüssige Enden, statt starrer Spitzen, erläutern in sehr schöner Weise die Bildung von Strömen, so wie deren Effecte und Einflüsse auf Erhöhung der Zustände, unter denen sie begannen. Sey das zugerundete Ende eines ungefähr 0″,3 dicken Stabes in freier Luft herabwärts gerichtet, sey es amalgamirt und hänge daran ein Tropfen Quecksilber; nun elektrisire man es kräftig. Das Quecksilber wird das Phänomen des *Glimmens* zeigen, ein Luftstrom wird längs dem Stabe fortfliefsen, und aus dem Quecksilber gerade heruntergehen; die Gestalt des Metalltropfens wird etwas geändert, die Convexität an einer kleinen Stelle nahe bei der Mitte und unten gröfser geworden seyn, während sie rundherum, etwas von dieser Stelle, verringert ist. Aus der Gestalt *a* (Fig. 21 Taf. I) ist die *b* geworden, und diese Veränderung rührt fast, wenn nicht ganz, von der mechanischen Kraft des an seiner Oberfläche fortstreichenden Luftstroms her.

1582. Als eine vergleichende Beobachtung sey bemerkt, dafs eine Kugel, die dem Quecksilber langsam genähert wurde, das Glimmen in Büschel verwandelte, und zuletzt schlugen Funken aus den vorragendsten Theilen desselben. Eine Spitze bewirkt dasselbe, aber bei weit kleineren Abständen.

1583. Man nehme nun einen Tropfen starker Chlorcalciumlösung. Bei Elektrisirung desselben wird wahrscheinlich ein Theil zerstreut; allein, wenn die Elektricität nicht zu stark ist, bleibt das Meiste und bildet einen konischen Tropfen (Fig. 22 Taf. I), begleitet von einem starken Winde. Wenn Glimmen da ist, hat der Tropfen eine glatte Oberfläche; bildet sich aber ein kurzer schwacher Büschel, so ist eine kleine zitternde Bewegung in der Flüssigkeit sichtbar; und beide Erscheinungen sind mit der hauptsächlich zu beobachtenden verknüpft, nämlich einer regelmäfsigen, ununterbrochenen Ladung der Luft, Bildung eines Windes oder Stromes, und Gestaltveränderung des Tropfens durch diesen Strom. Wenn eine Entladungskugel allmälig dem Kegel genähert wird, so schlagen zuletzt Funken über, und zwar von der Spitze des Kegels zu der genäherten Kugel, was einen bedeutenden Grad von Leitvermögen in dieser Flüssigkeit andeutet.

1584. Mit einem Tropfen Wasser waren die Erscheinungen von gleicher Art; am besten erhielt man sie, wenn eine Portion Gummiwasser oder Syrup an einer Kugel haftete (Fig. 23). Drehte man die Maschine langsam, so bildete sich ein schöner, grofser, ruhiger, konischer Tropfen, mit concavem Seitenumrifs und kleinem zugerundeten Ende, an dem das Glimmen erschien, während von der Spitze des Kegels ein steter Wind ausging von hinreichender Stärke, um die Oberfläche von gegenübergehaltenem unisolirten Wasser herabzudrücken. Drehte man die Maschine rascher, so wurde ein Theil des Wassers fortgetrieben; der kleine zugespitzte Rückstand

stand war etwas rauh auf der Oberfläche, und man hörte das Geräusch successiver Büschel-Entladungen. Bei noch mehr Elektricität ward mehr Wasser zerstreut; das, was zurückblieb, ward wechselsweise verlängert und zusammengezogen; man hörte eine stärkere Büschel-Entladung, und die Vibrationen des Wassers waren gleichzeitig mit den successiven Entladungen der einzelnen Büschel. Wenn Wasser von unten her dem Tropfen genähert wurde, zeigte es nicht mehr den regelmäfsigen starken zusammengezogenen Luftstrom wie zuvor; und wenn die Entfernung eine solche war, dafs Funken überschlugen, ward das Wasser darunter eher *angezogen* als fortgestofsen, und der Luftstrom *hörte auf*.

1585. Wenn die Entladungskugel dem Tropfen in seinem ersten ruhigen glimmenden Zustand (1582) genähert wurde, verwandelte sie das Glimmen in Büschel, und bewirkte eine vibrirende Bewegung des Tropfens. Noch mehr genähert, schlugen Funken über, doch immer von dem Metall des Stabes über die Wasser-Oberfläche zu der Spitze, und von da durch die Luft zur Kugel. Diefs ist eine nothwendige Folge des mangelhaften Leitvermögens der Flüssigkeit (1584. 1585).

1586. Warum der Tropfen vibrirt, seine Gestalt zwischen den Perioden der Büschel-Entladungen ändert, so dafs er zu gewissen Zeitpunkten mehr oder weniger verlängert ist, und am meisten, wenn der Büschel fortschiefst, warum er isochron in seiner Wirkung ist, und wie der ruhige glimmende flüssige Tropfen, bei Annahme der Kegelgestalt, die erste Wirkung gleichsam erleichtert, sind Punkte, die, in der Theorie, so einleuchten, dafs ich nicht von ihnen reden will. Das Bemerkenswertheste für jetzt ist die Bildung des fortführenden Luftstroms, und die Weise, wie er, durch Veränderung der Tropfengestalt, sein Daseyn und seinen Einfluſs zu erkennen giebt.

1587. Dafs der Tropfen, wenn er von Wasser

oder einer besser leitenden Flüssigkeit ist, hauptsächlich durch den Luftstrom seine Kegelgestalt bekommt, läfst sich unter andern (1594) folgendermafsen zeigen. Man halte eine scharfe Spitze unter den konischen Tropfen; sogleich verliert dieser seine Kegelform, zieht sich zusammen, wird rund, der Luftstrom aus ihm hört auf, und wird durch einen aus der Spitze ersetzt, welcher, wenn diese dem Tropfen nahe genug gehalten wird, denselben seitwärts bläst und ihm eine concave Form giebt.

1588. Es ist kaum nöthig zu sagen, was mit noch schlechteren Leitern als Wasser, z. B. mit Oel oder Terpenthinöl, geschieht. Die Flüssigkeit wird dann zu Fäden ausgesponnen (*spun out*) und fortgeführt, nicht nur weil die auf ihrer Oberfläche dahin streichende Luft sie wegfegen hilft, sondern auch weil ihre isolirenden Theilchen denselben Ladungszustand wie die Luft annehmen, und, da sie unfähig sind, sich gegen die Lufttheilchen in stärkerem Grade zu entladen als diese es unter einander vermögen, so werden sie durch dieselben Ursachen fortgeführt, welche diese wegtreiben. Eine ähnliche Erscheinung mit geschmolzenem Siegellack, an einer Metallspitze bildet einen alten und wohl bekannten Versuch.

1589. Ein Tropfen Gummiwasser in der entleerten Glocke der Luftpumpe erlitt bei Elektrisirung keine merkliche Aenderung seiner Gestalt. Bei Einlassung von Luft begann er seine Form zu ändern, als der Druck zehn Zoll Quecksilber betrug. Bei 14 bis 15 Zoll Druck war die Aenderung merklicher, und so wie die Luft an Dichtigkeit zunahm, wurden die Erscheinungen stärker, bis sie zuletzt denen in offener Luft gleich waren. Die Schwäche der Erscheinungen in verdünnter Luft schreibe ich der relativ geringen Stärke ihrer Ströme zu. Diese Geringheit hängt ab erstlich von dem schwächeren elektrischen Zustand der elektrisirten Kugel in dem verdünnten Medium, und dann von dem verdünnten Zustand des

Di-elektricums; da die Cohäsionskraft des Wassers in Bezug auf verdünnte Luft einigermafsen gleich ist der des Quecksilbers bezüglich auf dichte Luft (1581), während die von Wasser in dichter Luft mit der von Quecksilber in Terpenthinöl (1597) verglichen werden kann.

1590. Wenn eine Kugel mit einer dicken leitenden Flüssigkeit bedeckt ist, kann man leicht durch Vertheilungswirkung fast aus jedem Theil von ihr einen Wind hervorbringen (1577). Der Versuch, welcher zuvor etwas schwierig auszuführen war, wird dadurch leicht gemacht, dafs die Flüssigkeit denjenigen Theil, der zuerst von schwacher Wirkung war, durch Annahme einer zugespitzten Form in Stand setzt, zu einem erhöhten Zustand zu steigen.

1591. Soll ein Strom entstehen, so mufs die elektrische Intensität an *Einem Ort*, nämlich am Ursprung des Stroms, mehr als sonst wo steigen und fortfahren, und wenn dann die Luft einen gleichförmigen und leichten Zugang hat, so wird ein Strom erzeugt. Wenn kein Strom verstattet ist (1574), so kann die Entladung durch Büschel und Funken geschehen. Mag sie indefs durch Büschel oder Funken oder Wind geschehen, so scheint es sehr wahrscheinlich, dafs die anfängliche Intensität oder Spannung, bei welcher ein Theilchen eines gegebenen gasigen Di-elektricums sich ladet oder zu entladen anfängt, unter den zuvor angegebenen Umständen, immer dieselbe ist (1410).

1592. Es wird nicht vorausgesetzt, dafs alle Luft, welche in Bewegung geräth, elektrisirt sey; im Gegentheil wird viel nicht geladene Luft mit in den Strom hineingerissen. Der wirklich geladene Theil mag nur ein kleiner seyn von dem, was zuletzt in Bewegung gesetzt wird (1442).

1593. Wenn ein Tropfen Gummiwasser (1584) *negativ* gemacht wird, zeigt er einen gröfseren Kegel als wenn er positiv ist; es wird weniger Flüssigkeit fort-

geschleudert, und doch können, bei Annäherung einer Kugel, schwerlich Funken erhalten werden, so spitz ist der Kegel und so frei die Entladung. Eine Spitze unter ihn gehalten, bewirkt keine so starke Verkürzung des Kegels, wie wenn er positiv ist. Alle Erscheinungen sind so verschieden von denen, die der positive Kegel darbietet, dafs ich nicht zweifle, solche Tropfen würden eine sehr unterrichtende Methode zur Untersuchung des Unterschiedes positiver und negativer Entladungen in Luft und anderen Di-elektricis abgeben (1480. 1501).

1594. Damit man mich nicht mifsverstehe (1587), mufs ich hier bemerken, dafs ich die Kegel nicht für *alleinig* gebildet durch Ströme von Luft oder einem anderen, über ihrer Oberfläche befindlichen isolirenden Di-elektricum ansehe. Wenn der Tropfen aus schlecht leitender Substanz besteht, rührt ein Theil des Effects von dem elektrisirten Zustand der Theilchen her, und ieser Theil macht fast das Ganze aus, wenn die Substanz Siegellack, Terpenthinöl oder ein ähnlicher isolirender Körper ist (1588). Allein selbst wenn der Tropfen aus gut leitender Substanz, z. B. Wasser, Lösungen, Quecksilber, besteht, ist es, obwohl der eben erwähnte Effect dann unmerklich seyn wird (1607), nicht blofs der Strom der Luft oder des anderen Di-elektricums, was die Formveränderung bewirkt; denn ein Theil rührt her von jenen Anziehungskräften, vermöge welcher der Tropfen, wenn er frei beweglich wäre, längs der Linie der stärksten Vertheilung fortwandern würde, und, wenn er nicht frei beweglich ist, eine verlängerte Gestalt annimmt, bis die *Summe* der verschiedenen Kräfte, die diese Gestalt zu bewirken trachten, durch die Cohäsionskraft der Flüssigkeit aufgewogen ist. Die Effecte der Anziehungskräfte zeigen sich gut bei Anwendung von Gummiwasser, weifsem oder braunem Syrup (*syrup or treacle*); denn die langen Fäden, welche ausgesponnen werden, während sie die Axen der Luftströme bilden,

die noch als hervorgerufen an ihren Spitzen angesehen werden können, sind gleich biegsamen Leitern und zeigen durch ihre Richtung, wohin sie von den Anziehungskräften gezogen werden.

1595. In dichten isolirenden Di-elektricis zeigen die Ströme einen aufserordentlichen Grad von mechanischer Kraft. Bringt man z. B. eine Pinte wohl rectificirten und filtrirten (1571) Terpenthinöls in ein Glasgefäfs, taucht an verschiedenen Orten in dasselbe zwei Drähte, von denen der eine mit der Elektrisirmaschine und der andere mit dem Ableitungszug (292) verbunden ist, und dreht nun die Maschine, so wird die Flüssigkeit durch ihre ganze Masse hin in heftige Bewegung gerathen, während sie zugleich an dem Draht der Maschine zwei, drei oder vier Zoll aufsteigt, und von ihm in Strahlen in die Luft schiefst.

1596. Wenn sehr sauberes Quecksilber unisolirt auf dem Boden der Flüssigkeit liegt und der von der Maschine ausgehende Draht sich entweder in einer Kugel oder Spitze endigt, auch durch eine Glasröhre geht, die sich über und unter die Oberfläche des Terpenthinöls erstreckt, so lassen sich die Ströme besser betrachten, und man kann sehen, wie sie an dem Draht hinunter geradezu auf das Quecksilber fahren, dort nach allen Richtungen divergiren, die Oberfläche desselben stark runzeln, und, an den Seiten des Gefäfses in die Höhe steigend, zurückkehren, um wieder in ihre Bahn einzutreten.

1597. Ein Tropfen Quecksilber, der an einer amalgamirten Messingkugel hing, behielt seine Gestalt in Luft fast unverändert (1581); wenn er aber in Terpenthinöl getaucht ward, wurde er sehr spitz, und es konnten sogar Quecksilbertheilchen ausgesponnen und fortgeführt werden durch die Ströme des Di-elektricums. Die Gestalt des flüssigen Metalls war gerade so wie die von dem Syrup in der Luft (1584), die Spitze des Kegels war ganz so fein, doch nicht so lang. Die Annäherung ei-

ner scharfen unisolirten Spitze wirkte ganz so auf ihn, wie auf den Syrupstropfen in Luft (1587), doch nicht so leicht, wegen der Dichtigkeit und beschränkten Menge des Di-elektricums.

1598. Verbindet man das am Boden der Flüssigkeit befindliche Quecksilber mit der Elektrisirmaschine, während man einen am Ende mit einer Kugel von ungefähr drei Viertelzoll Durchmesser versehenen Stab in der Hand hält, und taucht die Kugel in die elektrisirte Flüssigkeit, so erfolgen sehr auffallende Erscheinungen. Zieht man die Kugel wieder in die Höhe, so dafs sie beinahe zum Niveau der Flüssigkeit heraustritt, so bleiben grofse Portionen derselben an ihr haften (Fig. 24 Taf. I). Auch bei weiterer Hebung der Kugel bleibt sie noch durch eine Säule Terpenthinöl mit dem Gefäfse verbunden (Fig. 25). Setzt man die Maschine in gröfsere Thätigkeit, so wird das Gehobene massiger und steigt auch höher, dabei die Gestalt Fig. 26 annehmend, und während aller dieser Erscheinungen kann man Ströme und Gegenströme, oft dicht neben einander laufend, in der gehobenen Flüssigkeitssäule beobachten.

1599. Es ist sehr schwierig bei Versuchen, wie diese, durch den Anblick über die Richtung der Ströme zu entscheiden. Bringt man Seidetheilchen hinein, so haften sie an den Leitern; allein bei Anwendung von Wasser- und Quecksilbertropfen scheint der Lauf des flüssigen Elektricums gut angedeutet. Wenn z. B. ein Wassertropfen mit dem Ende des Stabes (1571) über das unisolirte Quecksilber gebracht wird, so ist es bald in Theilchen weggefegt, die auf das Quecksilber herabströmen. Bringt man einen anderen Tropfen auf das Quecksilber und unter das Ende des Stabes, so wird es schnell, in Form von strömenden Theilchen, nach allen Richtungen zerstreut, die anziehenden Kräfte ziehen ihn in verlängerte Portionen aus, und die Ströme führen ihn fort. Hängt man einen Tropfen Quecksilber an eine Kugel,

die zur Hebung einer Flüssigkeitssäule gebraucht wird, (1598) so zeigt die Gestalt des Tropfens Ströme an, die in der Flüssigkeit in den durch die Pfeile (Fig. 27) angedeuteten Richtungen gehen.

1600. Bei diesen Erscheinungen zeigt sich ein sehr merkwürdiger Umstand, nämlich dafs eine positiv geladene Kugel eine weit höhere und breitere Säule von Terpenthinöl hebt, als eine negativ geladene. Ohne Zweifel hängt diefs zusammen mit dem schon erwähnten Unterschied zwischen positiver und negativer Wirkung (1480. 1525), und es trägt viel zur Stütze der Ansicht bei, dafs dieser Unterschied mehr den Theilchen des Di-elektricums, als den geladenen Leitern zuzuschreiben ist, nnd von der Polarisationsart dieser Theilchen abhängt (1503. 1523).

1601. Sobald Ströme in isolirenden Di-elektricis vorhanden sind, bewirken sie wirklich eine Entladung, und es ist wichtig zu bemerken, obschon sehr natürlich, dafs es gleichgültig ist, in welcher Richtung die Ströme oder Theilchen wandern, da mit umgekehrter Richtung ihr Zustand auch umgekehrt ist. Diese Veränderung läfst sich, sowohl in Luft als Terpenthinöl, zwischen zwei gegenüberstehenden und in Beziehung gesetzten Stäben leicht bewirken; denn wenn eine isolirte Kugel mit einem der Stäbe verknüpft und seinem Ende nahe gebracht wird, so richtet sie den Strom von dem gegenüberstehenden Ende her gegen sich.

1602. Oft kommen beide Ströme zugleich vor, z. B. wenn beide Enden Büschel bilden, und häufig, wenn sie glimmen (1531). In solchen Fällen begegnen und entladen einander alle oder viele der geladenen Theile (1548. 1612). Hält man eine rauchende Wachskerze auf dem Ende eines isolirenden Stabs gegen den geladenen ersten Conductor, so bilden sich oft zwei Ströme, die sich

durch ihren Dampf sichtbar machen, einer, der als feine Flocken von Rauchtheilchen gerade zum geladenen Conductor geht, und ein anderer, der von derselben Kerze aus direct vom Conductor abwärts geht. Die Principien der Vertheilungswirkung und Ladung, welche bei Betrachtung des Verhaltens einer Tragkugel zu einem Conductor angeführt wurden (1566), finden auch hier ihre Anwendung.

1603. Die allgemeine Analogie und, ich glaube sagen zu können, Identität der Action, welche sich zwischen Isolation und Leitung (1338. 1561) ergab, als aus der Klasse der Isolatoren und Leiter die besten und schlechtesten mit einander verglichen wurden, liefs mich erwarten, dafs das Phänomen der *Fortführung* in schlechten Leitern, nicht ohne ein paralleles unter den besseren Leitern, selbst den Metallen, seyn würde. Beim Nachdenken schienen mir die von Davy [1]) in flüssigen Metallen, z. B. Quecksilber und Zinn, hervorgebrachten Kegel Fälle der Art zu seyn, und wahrscheinlich gehört hieher auch die von Ampère [2]) beschriebene Verlängerung des metallischen Mediums beim Durchgang *eines* elektrischen Stroms; denn es ist nicht schwierig einzusehen, dafs die durch das starke Leitvermögen der zu diesen Versuchen angewandten metallischen Media eingetretene Verringerung der Fortführung mehr als compensirt seyn könnte durch die ungeheure Quantität der durchgegangenen Elektricität. In der That ist es unmöglich, beim Durchgang eines solchen Stroms durch eine Flüssigkeit, die dem Durchgang der Elektricität einen merklichen Widerstand leistet, und dadurch einen gewissen Grad von Isolationsvermögen kund giebt (1328), nicht

1) *Phil. Transact. f.* 1823, *p.* 155.

2) *Biblioth. universelle*, *XXI p.* 47.

einigen Effect dieser Art, sey er merklich oder nicht, zu erwarten.

1604. Ich bemühte mich die fortführenden Ströme in Luft, Terpenthinöl u. s. w. mit denen in Metallen durch intermediäre Fälle zu verknüpfen, fand diefs aber nicht leicht. Als ich z. B. Körper nahm, welche, wie Wasser, Säuren, Lösungen, geschmolzene Salze oder Chloride u. s. w. intermediäre Leitungsfähigkeiten besitzen, war die geringe Elektricitätsmenge, welche eine Elektrisirmaschine liefern kann (371. 861) augenblicklich verbraucht, so dafs die Ursache des Phänomens entweder auf einer sehr niederen Intensität gehalten wurde oder der Zeitraum, während dessen die Effecte anhielten, so kurz war, dafs ich nicht hoffen konnte, die gesuchten Resultate zu beobachten. Bei Anwendung einer Volta'schen Batterie erweisen sich alle diese Körper als Elektrolyte, und die Gasentwicklung und das Auftreten anderer Veränderungen stören und verhindern die Beobachtung der erforderlichen Effecte.

1605. Defsungeachtet giebt es einige Versuche, die den Zusammenhang erläutern. Zwei Platindrähte, welche die Elektroden einer starken Volta'schen Batterie bildeten, wurden nahe und neben einander in eine starke Glasröhre, mit destillirtem Wasser, das einige Fäserchen enthielt, hermetisch eingeschmolzen. Als, vermöge der Gasentwicklung und dem dadurch verstärkten Druck, die Blasen an den Elektroden so klein geworden, dafs sie nur schwach aufsteigende Ströme erzeugten, konnte bemerkt werden, dafs die Fäserchen zwischen den beiden Drähten angezogen und abgestofsen wurden, wie sie es zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Flächen in Luft oder Terpenthinöl geworden wären, und sie bewegten sich so rasch, dafs sie die Blasen und die Ströme, welche diese zu bilden suchten, verschoben und störten. Nun, glaube ich, kann nicht bezweifelt werden, dafs unter ähnlichen Umständen und bei einem reichlichen Zu-

flufs von Elektricität, besonders von hinlänglicher Spannung, fortführende Ströme gebildet worden wären. Die Anziehungen und Abstofsungen der Fäserchen waren in der That die Elemente solcher Ströme (1572), und deshalb ist Wasser, obgleich es als Leiter fast unendlich über Luft und Terpenthinöl steht, ein Medium, in welchem ähnliche Ströme stattfinden können.

1606. Ich hatte mir einen Apparat gemacht (Fig. 28), worin *a* eine Platte Schellack ist, *b* ein feiner Platindraht, der durch dasselbe geht, und oben blofs seinen Querschnitt entblöfst hat, *c* ein auf dem Schellack ruhender Ring von Fliefspapier, und *d* destillirtes Wasser, das durch den Papierring an seinem Orte gehalten wird, und eben hinreicht das Ende des Drahts *b* zu bedecken; ein anderer Draht *e* berührt ein in dem Wasser liegendes Stück Zinnfolie, und ist aufserdem verbunden mit dem Ableitungszug. Auf diese Weise war es leicht, indem man *b* entweder positiv oder negativ machte, durch sein Ende einen Elektricitätsstrom in die Flüssigkeit zu senden und durch den Draht *e* fortgehen zu lassen.

1607. Bei Verknüpfung des Drahtes *b* mit einer kräftigen Elektrisirmaschine konnte, während der Thätigkeit derselben, nicht die geringste Störung im Niveau der Flüssigkeit über dem Ende des Drahts beobachtet werden; allein zugleich ergab sich nicht die geringste Anzeige einer elektrischen Ladung am Conductor der Maschine: so vollständig war die Entladung. Ich schliefse hieraus, dafs die in einer *gegebenen Zeit* durchgehende Elektricitätsmenge im Vergleich zum Leitvermögen der Flüssigkeit zu klein war, um den erwünschten Effect hervorzubringen.

1608. Ich lud nun eine grofse Leidner Batterie (291) und entlud sie durch den Draht *b*, jedoch mit Einschaltung eines feuchten Fadens von zwei Fufs Länge, um Funken in dem Wasser zu verhüten, und die Ent-

ladung, die sonst eine plötzliche heftige gewesen seyn würde, zu mäfsigen und zu verlängern (334). Ich bekam auch eine sehr kurze Erhöhung des Wassers über das Ende des Drahts; und obwohl darin zugleich ein Paar Gashlasen gebildet wurden, so dafs ich nicht behaupten konnte, der Effect sey unzweifelhaft derselbe, welchen Davy in Metallen erhielt, so war er doch, nach meiner besten Ueberzeugung, zum Theil, und, ich glaube, hauptsächlich von dieser Natur.

1609. Zu Versuchen ähnlicher Art mit Elektrolyten wandte ich eine Volta'sche Batterie von 100 Paar vierzölliger Platten an. Hiebei war der Schellack napfförmig und der Draht *b* 0,2 Zoll dick. Zuweilen gebrauchte ich einen positiven amalgamirten Zinkdraht in Berührung mit verdünnter Schwefelsäure; ein anderes Mal einen negativen Kupferdraht mit einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd; allein wegen der Gasentwicklung, der Fällung von Kupfer u. s. w. war ich nicht im Stande entscheidende Resultate zu erlangen. Ich mufs jedoch erwähnen, dafs wenn ich, um Davy's Versuch zu wiederholen, Quecksilber anwendete, die Batterie von 100 Paaren nicht hinreichend war, Erhöhungen zu bewirken [1]).

1610. Die letzten Versuche (1609) können daher für den gehoften Beweis als fehlgeschlagen betrachtet werden; allein ich setze viel Vertrauen zu den früheren (1605. 1608) und zu den mit ihnen verknüpften Betrachtungen (1603). Habe ich recht gesehen, so wird es erlaubt seyn, die Ströme an Spitzen und Flächen in so äufserst verschiedenen Körpern, wie Luft und Metalle, in Zusammenhang zu bringen, und anzunehmen, dafs sie Effecte *gleicher* Art sind, nur verschieden im

1) Bei den Versuchen in der Royal Institution wandte Sir Davy, glaube ich, 500 bis 600 Plattenpaare an. Die in der London Institution wurden mit dem Apparat des Hrn. Pepys angestellt, bestehend aus einem einzigen Plattenpaar von ungeheurer Gröfse, und beschrieben in den *Phil. Transact.* für 1823, *p.* 187.

Grade und im Verhältnifs zum Isolations- oder Leitungsvermögen des angewandten Di-elektricums; welch abermaliges grofses Argument erhalten wir zu Gunsten jener Theorie, die auch in den Erscheinungen der Isolation und Leitung, wie in diesen, *dieselben* scheinbar verschiedenen Substanzen mit einander verknüpft (1336. 1561); und wie vollständig scheint die allgemeine Ansicht, welche alle Erscheinungen auf die directe Wirkung der Körpertheilchen bezieht, die verschiedenartigen vereinzelten Erscheinungen, so wie sie successiv in Betracht kommen, zu umfassen!

1611. Der Zusammenhang dieser auf einem gewissen Grad von Isolation beruhenden Fortführungen mit der Leitung, d. h. das Vorkommen beider Erscheinungen in so vielen Substanzen, wie Metalle, Wasser, Luft u. s. w., würde zu manchen sehr sonderbaren theoretischen Verallgemeinerungen führen, denen ich aber hier nicht nachgehen kann. Nur einen Punkt will ich mir anzuführen erlauben. Die Leitung scheint wesentlich eine Wirkung an einander gränzender Theilchen zu seyn, und die eben aufgestellten Betrachtungen, nebst andern früher gemachten (1326. 1336 u. s. w.) führen zu dem Schlufs, dafs alle Körper, Luft so gut wie Metalle, leiten, und zwar durch denselben Procefs, und dafs der Unterschied nur in dem erforderlichen Grad von Kraft oder Spannung zwischen den Theilchen liegt, welcher stattfinden mufs, ehe der Act der Leitung oder Ueberführung von einem Theilchen zum andern stattfinden kann.

1612. Es entsteht dann die Frage, was ist der Gränzzustand, welcher Leitung und Isolation gleichsam von einander trennt? Besteht er in einem Unterschied zwischen zwei angränzenden Theilchen oder den Polen dieser Theilchen, rücksichtlich der Natur und des Betrages

der positiven und negativen Kraft, indem keine Mittheilung oder Entladung eher eintreten kann, als bis jener Unterschied zu einem gewissen, für verschiedene Körper ungleichen, für denselben Körper aber immer gleichen Grad gestiegen ist? Oder ist es richtig, dafs, wie klein der Unterschied zwischen zwei solchen Körpern auch seyn mag, sobald nur Zeit gelassen wird, eine Ausgleichung der Kräfte stattfindet, selbst bei Theilchen von Körpern, wie Luft, Schwefel, Schellack? In jedem einzelnen Körper würde das Isolationsvermögen proportional seyn erstens dem Grade des angenommen nothwendigen Kraft-Unterschiedes, und zweitens der *Zeit*, die zur Ausgleichung gleicher Grade von Unterschiede in verschiedenen Körpern erfordert wird. In Betracht der Gase ist man fast zu der Erwartung eines permanenten Kraft-Unterschiedes geführt; allein in allen andern Körpern scheint die Zeit ganz hinlänglich zuletzt eine vollständige Leitung gewifs zu machen. Der Unterschied in den Methoden (*modes*), durch welche Isolation unterhalten, oder Leitung bewirkt werden kann, ist kein blofser grillenhafter, sondern ein sehr wichtiger Puukt, da er wesentlich zusammenhängt mit der Moleculartheorie der Vertheilung und der Weise wie Körpertheilchen ihren Polarisationszustand annehmen und bewahren.

(Schlufs im nächsten Heft.)

III. *Ueber die konische Refraction.*

Bekanntlich verdanken wir den theoretischen Untersuchungen des Hrn. Hamilton und den dadurch veranlafsten Versuchen des Herrn Lloyd die merkwürdige Thatsache, dafs Licht, wenn es convergirend auf einen Arragonit fällt, in solcher Weise, dafs es, nach der Brechung, in dem Krystall längs einer seiner optischen Axen

fortgeht, sich nach dem Austritt zu einem Kegel ausbreitet, und, umgekehrt, wenn es unter gleicher Bedingung als cylindrisches Bündel einfällt, sich in dem Krystall zu einem Kegel erweitert und nach dem Austritt wieder einen Cylinder bildet, jedoch von gröfserem Durchmesser als der einfallende (Ann. Bd. XXVIII S. 91 und 102). So überaus wichtig und für die Fresnel'sche Theorie der Doppelbrechung bestätigend diese Thatsache ist, so scheint doch nicht, dafs sie, wenigstens auf dem Continent, irgendwo wiederholt worden wäre, wahrscheinlich weil man geglaubt, dafs die Beobachtung derselben besondere Schwierigkeiten habe. Dem ist jedoch nicht so. Die Beobachtung des ersten Falls wenigstens bietet keine Schwierigkeit dar. Nimmt man einen möglichst homogenen Arragonitkrystall, der an den Enden senkrecht gegen seine Mittelaxe abgeschliffen ist, belegt die eine dieser Endflächen mit einem durch einen feinen Nadelstich durchbohrten Blättchen Zinnfolie, bringt hinter dem anderen Ende, in zweckmäfsigem Abstande, eine Lupe an, und richtet nun diesen Apparat gegen den hellen Himmel oder gegen eine dicht davor gehaltene Lampenflamme, so sieht man im Allgemeinen zwei Bilder von dem Löchelchen, und wenn man das Auge ein wenig herumführt, wird man leicht den Punkt treffen, wo diese beiden Bilder sich zu einem hellen Ringe vereinigen, der ein kohlschwarzes Scheibchen einschliefst. Ein besonderer Umstand dabei ist, dafs jedes Bild in der Mitte einen schwarzen Punkt zeigt, der in dem Lichtring zu einem feinen Kreise Anlafs giebt [1]). Auch die eigenthümliche Polarisation des Ringes ist mit einem Kalkspathprisma leicht zu beobachten; die schwarzen Radien in beiden Ringbildern liegen, wie es seyn mufs, einander diametral gegenüber. *P.*

1) Hr. Prof. Plateau, aus Gent, der diese Erscheinung mehrmals bei mir sah, bemerkte in dem Ringe auch sehr feine Linien, strahlenartig vom Mittelpunkt ausgehend.

IV. *Ueber die Theorie der Aetherbildung; von Heinrich Rose.*

Es ist bekannt, dafs viele Salze des Wismuthoxyds, des Quecksilberoxyds, des Antimonoxyds und anderer Metalloxyde durch das Wasser zersetzt werden. Sie werden durch dasselbe gewöhnlich in basische Salze verwandelt, aber bisweilen geht durch Anwendung von einer hinreichenden Menge Wassers die Zersetzung bis zur Ausscheidung von reinem Oxyd, wie z. B. beim salpetersauren Quecksilberoxyde.

Die Erklärung, welche man gewöhnlich von diesen Zersetzungen giebt, ist die, dafs man annimmt, das Wasser zerlege das neutrale Salz eines Metalloxydes in ein saures und in ein basisches, auf ähnliche Weise, wie Salpetersäure rothes Bleisuperoxyd in Bleioxyd und in braunes Bleisuperoxyd verwandelt. Aber die Existenz der sauren Salze, welche durch Einwirkung des Wassers auf mehrere neutrale Metalloxydsalze sich bilden sollen, ist nichts weniger als bewiesen; in den meisten Fällen nimmt das Wasser nur einen Theil der Säure aus dem Salze auf, und diese löst etwas von dem neutralen Salze, das nach der Concentration der sauren Auflösung durch Abdampfen in den meisten Fällen sich als neutrales Salz, und nur selten als eine Doppelverbindung von neutralem Salze mit Säurehydrat krystallisirt abscheidet. In vielen Fällen ist die Menge des Salzes, das sich in der ausgeschiedenen Säure auflöst, äufserst gering, manchmal löst sich sogar nichts darin auf, und die ganze Menge des Oxyds bildet ein unlösliches basisches Salz.

Die ungezwungenste Erklärung, welche man über diese durch das Wasser bewirkte Zersetzungen geben kann, scheint mir die zu seyn, dafs das Wasser es ist,

welches als Base auftritt, das Oxyd als basisches Salz oder sogar bisweilen im reinen Zustande ausscheidet, und sich mit der Säure zu Hydrat verbindet. Diese Erklärung wird um so annehmbarer, als wir schon seit längerer Zeit die Hydrate der Säuren als salzartige Verbindungen betrachten, in welchen das Wasser die Base vertritt. Es ist bekannt, welche fruchtbare Folgerungen für die ganze Theorie der Chemie besonders Graham, Berzelius und Liebig aus dieser Ansicht gezogen haben.

In der That sind es besonders die Salze von solchen Metalloxyden, welche nicht starke basische Eigenschaften besitzen, die durch das Wasser zersetzt werden. Die Salze der starken Basen zeigen diese Erscheinung nicht.

Nach dieser Ansicht bleiben diese Zersetzungen der Umwandlung des rothen Bleioxyds in braunes Bleisuperoxyd und in Bleioxyd vermittelst Salpetersäure analog, nur dafs sie gerade umgekehrter Art sind, indem die starke Säure aus einer Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd den schwächeren elektro-negativen Körper ausscheidet, und sich mit dem basischen verbindet.

Das Wasser tritt noch in anderen Fällen als Base auf, und scheidet bisweilen andere Basen aus ihren Verbindungen. Da es indessen immer zu den schwächeren Basen gehört, und zugleich flüchtig ist, so sind diese Fälle nicht sehr häufig. Aber es kann selbst, obgleich flüchtig, das flüchtigere Ammoniumoxyd aus seinen Verbindungen austreiben. Wird eine Auflösung von schwefelsaurem Ammoniumoxyd längere Zeit gekocht, so wird sie sauer, und geschieht das Kochen in einer Retorte, so destillirt in die Vorlage eine Flüssigkeit über, die freies Ammoniak enthält. Offenbar rührt dieser Erfolg davon her, dafs das Wasser als Base, das Ammoniumoxyd (das im freien Zustand nicht bestehen kann, und sich in Ammoniak und Wasser zersetzt) aus seiner Verbin-

bindung mit Schwefelsäure austreibt, und sich mit derselben verbindet. Die Menge des schwefelsauren Ammoniumoxyds, welche auf diese Weise zersetzt wird, ist freilich nur gering; man mufs indessen auch bedenken, dafs das Ammoniumoxyd zu den stärkeren Basen gehört, und dieser Erfolg hauptsächlich der leichteren Flüchtigkeit desselben zuzuschreiben ist.

Wendet man die angeführte Erklärung für die Zersetzung mancher Salze durch das Wasser auf die Theorie der Aetherbildung an, so erhält diese eine grofse Einfachheit.

Berzelius und Liebig haben die Ansicht aufgestellt, dafs der Aether wie eine Base betrachtet werden könne, und diese Ansicht hat so allgemeinen Beifall gefunden, dafs sie fast allgemein, wenigstens in Deutschland angenommen ist.

Es ist bekannt, dafs die Aethyloxydsalze (die zusammengesetzten Aetherarten) durch Basen mehr oder minder leicht bei Gegenwart von Wasser zersetzt werden. Sie verbinden sich mit der Säure der Verbindung, und scheiden das Aethyloxyd als Hydrat (Alkohol) ab.

Dieselbe Zersetzung bewirkt aber auch das Wasser, das hier offenbar als Base auftritt. Einige Aethyloxydverbindungen werden durch Wasser eben so leicht zersetzt, wie durch viele Basen, wie z. B. der Oxaläther, der sich durch Wasser in Oxalsäurehydrat und in Alkohol verwandelt. Zu dieser Veränderung ist nicht einmal erhöhte Temperatur nöthig, sondern sie geschieht schon bei der gewöhnlichen, und zwar in nicht sehr langer Zeit.

Aber auch das saure schwefelsaure Aethyloxyd, oder vielmehr die Verbindung des schwefelsauren Aethyloxyds mit Schwefelsäurehydrat (die Schwefelweinsäure) erleidet in ihrer Auflösung in Wasser eine ganz ähnliche Zersetzung. Schon bei gewöhnlicher Temperatur wird in derselben nach und nach Alkohol und Schwefelsäure-

hydrat gebildet; schneller geschieht diefs durch's Kochen. Auch dieser Procefs läfst sich am einfachsten durch die Annahme erklären, dafs das Wasser als Base das Aethyloxyd aus seiner Verbindung mit Schwefelsäure ausscheidet, welches im Augenblick der Ausscheidung Wasser aufnimmt und Alkohol bildet.

Die Lösungen fast aller schwefelweinsauren Salze im Wasser werden, besonders durch's Kochen, auf ähnliche Weise zersetzt. Es werden Alkohol und Wasser verflüchtigt, und in der Auflösung bildet sich ein sogenanntes saures schwefelsaures Salz, das heifst, eine Doppelverbindung von dem neutralen Salze, das in dem schwefelweinsauren Salze schon präexistirte, mit Schwefelsäurehydrat.

Wird Schwefelweinsäure mit nur wenig Wasser erhitzt, so erhält man nicht Alkohol, sondern vorzüglich nur wasserhaltige Schwefelsäure und reines Aethyloxyd oder Aether. Es ist nicht so viel Wasser vorhanden, um den ausgeschiedenen Aether in Alkohol zu verwandeln.

Wird Alkohol mit Schwefelsäurehydrat vermischt, so entsteht Schwefelweinsäure, oder eine Doppelverbindung von neutralem schwefelsauren Aethyloxyd mit Schwefelsäurehydrat. Durch die Bildung von schwefelsaurem Aethyloxyd werden 2 Atome Wasser frei, eins aus dem Schwefelsäurehydrat, das andere aus dem Alkohol. Beim Erhitzen der Mischung scheidet eins dieser freien Atome Wasser das Aethyloxyd aus seiner Verbindung mit Schwefelsäure aus, verbindet sich mit derselben und bildet Schwefelsäurehydrat.

Aber warum verbindet sich, im Augenblick der Ausscheidung, der Aether nicht mit Wasser und bildet Alkohol? Wasser ist genug vorhanden, denn zur Ausscheidung des Aethers ist nur ein Atom Wasser nothwendig, und bei der Bildung der Schwefelweinsäure, auch wenn man wasserfreien Alkohol anwendet, werden deren zwei frei.

Es ist bekannt, dafs Schwefelsäure mehr als 1 Atom Wasser aufnehmen kann, um ein Hydrat zu bilden. Wir kennen aufser dem gewöhnlichen Hydrate mit einem Atom Wasser noch ein zweites, das im krystallisirten Zustand dargestellt werden kann, und zwei Atome Wasser enthält. Diese Verbindung entspricht einem basischen schwefelsauren Salze.

Die Neigung des Schwefelsäurehydrats, noch mehr Wasser aufzunehmen, ist sehr bedeutend, und wir bedienen uns derselben in den Laboratorien zu mannigfaltigen Zwecken. Sie ist es, welche verhindert, dafs der bei der Zersetzung der Schwefelweinsäure entstehende Aether das zweite Atom Wasser aufnimmt. Wird aber die Mischung lange und anhaltend gekocht, so verliert das Schwefelsäurehydrat das aufgenommene Wasser, das dann gemeinschaftlich mit dem Aether abdestilliren kann. Aus einer kochenden Mischung von Schwefelsäurehydrat und Alkohol kann daher Aether gemeinschaftlich mit Wasser abdestilliren, aber sie sind Producte nicht eines, sondern zweier chemischer Processe, die neben einander in der kochenden Mischung thätig sind.

Im Anfange der Operation geht daher mit dem abdestillirten Aether und dem im Gemenge enthaltenen Alkohol, der nicht in Schwefelweinsäure verwandelt worden ist, nur sehr wenig Wasser über, so dafs es in dem abdestillirten alkoholischen Aether aufgelöst bleibt, und sich nicht abscheidet; die Menge des Wassers vermehrt sich erst bei fernerer Destillation, und besonders bei höherer Temperatur, wenn die Menge des zweiten Hydrats der Schwefelsäure sich vermehrt hat.

Zur Aetherbereitung wendet man fast nie wasserfreien, sondern wasserhaltigen Alkohol an. Es ist klar, dafs in letzterem Falle die Menge des zweiten Schwefelsäurehydrats sich sehr vermehren mufs. Durch die Versuche von Liebig, Magnus und Marchand wissen wir, dafs in der Kälte dasselbe mit dem Alkohol nicht Schwefel-

weinsäure bilden kann, wohl aber bei erhöhter Temperatur, und dafs daher beim Kochen ein solches Gemisch durch Destillation Aether geben kann. Aber immer wird bei Anwendung von wasserhaltigem und selbst bei wasserfreiem Alkohol bekanntlich ein Theil desselben nicht in Schwefelweinsäure verwandelt, und dieser Theil des Alkohols kann als Alkohol aus dem Gemisch abdestillirt werden. Ein zweiter Theil des Alkohols, welcher bei der Aetherbildung gemeinschaftlich mit dem Aether überdestillirt, kann sich aber dadurch erzeugen, dafs Aether und Wasser gleichzeitig aus dem Gemisch entwickelt und zu Alkohol verbunden werden. Denn nur auf diese Weise erzeugt sich derselbe, wenn eine Auflösung von reiner Schwefelweinsäure mit vielem Wasser gekocht, oder zusammengesetzte Aetherarten durch Wasser oder die Hydrate von Basen zersetzt werden.

Wenn sich indessen durch die Neigung des Schwefelsäurehydrats, noch mehr Wasser aufzunehmen, aus einem Gemenge von Alkohol und Schwefelsäure Aether gebildet hat, so nimmt derselbe, nachdem er ausgeschieden ist, nicht das Wasser auf, das durch Erhitzung der verdünnten Schwefelsäure abdestillirt werden kann. Wir wissen, dafs, wenn Aether mit Wasser behandelt oder gar in demselben aufgelöst wird, nicht Alkohol entsteht. Ist einmal Aether aus einer Aethyloxydverbindung ausgeschieden worden, so kann er durch Wasser auf keine Weise in Alkohol verwandelt werden. Nur wenn, wie schon angeführt worden, im Abscheidungsmomente der Aether mit Wasser in Berührung kommt, verbindet er sich mit demselben zu Alkohol. Die gleichzeitige Verflüchtigung von Aether und Wasser aus einer kochenden Mischung von Alkohol und Schwefelsäurehydrat zeigt daher ganz deutlich, dafs beide zweien verschiedenen Processen ihren Ursprung verdanken.

Es ist übrigens durchaus keine anomale Erscheinung dafs eine Base, welche fähig ist, ein Hydrat zu bilden

sich nicht mit Wasser verbindet, wenn sie im reinen Zustande damit in Berührung kommt. In der unorganischen Chemie kommen eine grofse Menge Fälle dieser Art vor. Wir brauchen nur den Aether mit jener grofsen Klasse von geglühten Oxyden zu vergleichen, bei denen durch's Glühen ein so dichter Cohäsionszustand hervorgebracht worden ist, dafs sie nicht nur der Einwirkung des Wassers, sondern sogar der der Säuren ganz oder theilweise widerstehen, um zahlreiche Beweise von Analogien zu finden. Immer gehören die geglühten Oxyde mit diesen Eigenschaften zu den mehr schwächeren Basen, zu welchen der Aether unstreitig ebenfalls gerechnet werden mufs. — Der Aether kann um so mehr mit diesen Oxyden verglichen werden, da auch er mit Säuren sich schwer unmittelbar vereinigt.

Aber auch unter den mehr stärkeren Basen finden wir einige, deren Verhalten zum Wasser mit dem des Aethers zum Wasser Aehnlichkeit hat. Wenn Kupferoxyd aus wäfsrigen Auflösungen von Kupferoxydsalzen in der Kälte durch Basen abgeschieden wird, so geschieht diefs als Kupferoxydhydrat, das aber durch's Erhitzen unter Wasser sein Wasser verliert, und es nicht mehr aufnimmt, wenn es bei hoher oder gewöhnlicher Temperatur mit demselben in Berührung bleibt.

Um zu sehen, bei welcher Periode bei der Aetherbereitung durch Kochen eines Gemisches von Alkohol und Schwefelsäure das Wasser anfängt überzudestilliren, stellte Hr. Wittstock auf meine Bitte eine Reihe von Versuchen an, welche er mir mitzutheilen die Güte hatte.

Zwei Pfund Schwefelsäurehydrat wurden kalt mit zwei Pfund wasserfreiem Alkohol gemischt, das Gemenge in einer Retorte möglichst schnell zum Kochen gebracht, die Destillate bei sehr guter Abkühlung nach und nach aufgefangen, und so lange mit der Destillation fortgefahren, bis der Inhalt der Retorte überstieg.

Die Destillate wurden in der Reihefolge, in wel-

cher sie übergegangen waren, ihrem absoluten und specifischen Gewichte nach bestimmt. Die Resultate der Versuche waren folgende:

Erstes Destillat. 3 Drachmen 50 Gran — spec. Gewicht 0,776 [1]); es hatte sich erzeugt vor dem Kochen des Gemenges; die folgenden Destillate wurden nach dem Kochen desselben überdestillirt.

Zweites Destillat. 3 Unzen 6 Drachmen — spec. Gewicht 0,808.

Drittes Destillat. 3 Unzen 6 Drachmen — spec. Gewicht 0,800.

Viertes Destillat. 3 Unzen 6 Drachmen — spec. Gewicht 0,786.

Fünftes Destillat. 3 Unzen 5 Drachmen 50 Gran — spec. Gewicht 0,776.

Sechstes Destillat. 4 Unzen 1 Drachme 50 Gran — spec. Gewicht 0,761.

Siebentes Destillat. 1 Unze 7 Drachmen 10 Gran — spec. Gewicht 0,809.

Achtes Destillat. 1 Unze 2 Drachmen.

Die ersten fünf Destillate bestanden nur aus einer Flüssigkeit; erst das sechste Destillat bestand aus einer wäfsrigen und einer ätherischen Schicht; die Menge des abgeschiedenen Wassers betrug 3 Drachmen, die ätherische Flüssigkeit hatte das oben angeführte spec. Gewicht. Das siebente Destillat bestand seinem Volumen nach aus zwei Theilen Wasser und aus drei Theilen einer ätherischen Flüssigkeit von dem angeführten spec. Gewicht. Das achte Destillat bestand fast nur aus Wasser, über welchem eine sehr kleine Schicht von Aether schwamm, der durch Weinöl gelb gefärbt war. Bei fortgesetzter Feuerung stieg der Inhalt der Retorte über.

Die ersten fünf Destillate bestanden aus Aether, ge-

1) Die spec. Gewichte, welche sowohl hier, als auch die, welche weiter unten angeführt worden sind, sind alle bei 14° R. bestimmt worden.

mengt mit Alkohol, welcher in dem Gemenge als solcher enthalten und nicht in Schwefelweinsäure verwandelt worden war, und der gemeinschaftlich mit dem Aether sich aus dem Gemenge verflüchtigt hatte. Das erste Destillat, welches bei der niedrigsten Temperatur überdestillirt worden war, enthielt dem spec. Gewichte nach viel Aether und wenig Weingeist, ganz gegen die allgemeine Ansicht, dafs Aether sich erst beim Kochen des Gemenges bildet. Die Destillate, welche darauf folgten, wurden allmälig, dem spec. Gewichte nach zu urtheilen, immer ätherreicher und enthielten weniger Alkohol, aber erst bei dem sechsten Destillate zeigte sich so viel Wasser, dafs es sich abschied, und die Menge vermehrte sich in dem Maafse, als die Destillation fortgesetzt wurde.

Die ersten sechs Destillate rochen sehr wenig nach Weinöl; das siebente indessen enthielt Weinöl und roch nach schweflichter Säure. Nachdem die ersten sieben Destillate zusammengegossen worden waren, hatten sie, nachdem das ausgeschiedene Wasser davon abgesondert worden war, ein spec. Gewicht von 0,788.

Bekanntlich wird in neueren Zeiten der Aether auf die vortheilhafteste Art auf die Weise dargestellt, dafs man zu einem kochenden Gemisch von Alkohol und Schwefelsäurehydrat einen Strahl von Alkohol fliefsen läfst, und fortwährend eben so viel Aether abdestillirt, als man Alkohol hinzutreten läfst. Man hat geläugnet, dafs bei der Bildung des Aethers die Anwesenheit der Schwefelweinsäure von wesentlichem Einflufs seyn mufs, und behauptet, dafs es nicht nothwendig sey, dafs die Bildung dieser Säure der des Aethers vorhergehen müsse, weil bei der beschriebenen Methode der Aetherbereitung das kochende Gemenge beständig von einer Temperatur von 140° C. sey, bei welcher die Schwefelweinsäure nicht existiren könne. Aber an der Stelle, wo der Strahl des kalten Alkohols in das kochende Gemenge fliefst, ist die Temperatur nicht 140°. Die durch den kalten Alkohol

gebildete Schwefelweinsäure zersetzt sich freilich nach sehr kurzer Zeit, indem sie die Temperatur der kochenden Flüssigkeit sehr bald annimmt. Die Aetherbereitung nach der angeführten Methode besteht daher in einer beständigen Bildung und fortwährenden Zersetzung der gebildeten Schwefelweinsäure.

Es ist eine ziemlich allgemein verbreitete Meinung, dafs die Erzeugung des Aethers aus einem Gemenge von Alkohol und Schwefelsäure nur durch Kochen des Gemenges, das erst bei einer bedeutenden Temperatur von ungefähr 140° C. stattfindet, bedingt würde. In vielen Lehrbüchern der Chemie findet man die Behauptung, dafs, wenn ein Gemenge von Schwefelsäure und Alkohol bei einer Temperatur erhitzt wird, bei welcher es nicht kocht, man keinen Aether, sondern nur wasserhaltigen Alkohol erhält.

Wäre diese Behauptung richtig, so wäre sie ein wichtiger Einwand gegen die von mir aufgestellte Hypothese. Denn nach derselben würde sich wohl nicht gut der Umstand erklären lassen, dafs das Aethyloxyd bei einer niedrigeren Temperatur als Hydrat, bei einer höheren im wasserfreien Zustand abgeschieden würde.

Aber jene ganz allgemein verbreitete Ansicht beruht auf einem mir ganz unbegreiflichen Irrthume. Man erhält schon Aether aus einem Gemenge von Schwefelsäurehydrat und wasserfreiem Alkohol, wenn man dasselbe im Wasserbade, selbst bei einer Temperatur, die nicht immer bis zur Kochhitze des Wassers zu gehen braucht, destillirt. Es ist selbst nicht nöthig, wasserfreien Alkohol zu nehmen, sondern man kann wasserhaltigen von 90 Proc. Tralles anwenden, um Aether bei der angeführten Temperatur aus dem Gemenge zu erhalten.

Hr. Wittstock hat auf meine Bitte die Güte gehabt, mehrere Reihen von Versuchen hierüber anzustellen, und mir die Resultate derselben mitzutheilen.

I. Es wurden 15 Unzen wasserfreier Alkohol mit

einem gleichen Gewichte von Schwefelsäurehydrat kalt gemengt, und das Gemenge bei einer Hitze, bei welcher es nicht zum starken Sieden kommen konnte, destillirt; die Destillate wurden bei sehr guter Abkühlung nach und nach aufgefangen, und die Temperatur, bei welcher sie überdestillirten, genau bemerkt.

Erstes Destillat. 1 Drachmen 10 Gran — spec. Gewicht 0,817, überdestillirt bei 60° bis 80° R.

Zweites Destillat. 3 Unzen 1 Drachm. 10 Gran — spec. Gewicht 0,792, überdestillirt bei 90° bis 93° R.

Drittes Destillat. 3 Drachm. 57 Gran — spec. Gewicht 0,772, überdestillirt bei 75° bis 80° R.

Viertes Destillat. 2 Unzen 40 Gran — spec. Gewicht 0,749, überdestillirt bei 90° bis 95° R.

Fünftes Destillat. 5 Drachmen.

Als das Gemenge die Temperatur von 90° erreicht hatte, fing es an sehr schwach zu sieden; das Sieden hörte jedoch später bei dieser Temperatur auf, jedoch entwickelte sich der Aether dann aus dem erhitzten Gemenge als Bläschen auf ähnliche Weise wie Kohlensäuregas bei gewöhnlicher Temperatur aus einer Flüssigkeit entweicht, die stark damit gesättigt ist.

Man sieht aus diesen Versuchen, dafs Aether sich bei weit niedrigeren Temperaturen bildet, als man es gewöhnlich annimmt. Das erste Destillat roch zwar sehr stark ätherisch, bestand aber hauptsächlich, wie diefs auch das spec. Gewicht anzeigt, aus Alkohol, der durch's Vermischen mit Schwefelsäure nicht in Schwefelweinsäure verwandelt worden war. Weder durch Wasser, noch auch durch Chlorcalcium konnte Aether daraus abgeschieden werden. Das zweite, dritte und vierte Destillat bestanden hingegen hauptsächlich aus Aether, der durch Waschen mit blofsem Wasser schon abgesondert werden konnte. Erst das fünfte Destillat enthielt ausgeschiedenes Wasser, und zwar dem Volumen nach mehr als die Hälfte; die darüber schwimmende ätherische Flüs-

sigkeit wurde ihrem spec. Gewicht nach nicht bestimmt. Dieses letzte Destillat ging äufserst langsam über, obgleich bisweilen die Temperatur bis zu 100° R. erhöht wurde.

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen, dafs der Aether, der sich bei niedrigeren Temperaturen erzeugt, als zum Sieden des Gemenges erforderlich ist, zugleich reiner ist, und weniger Alkohol und Wasser enthält, als ein Aether, der durch starkes Sieden erzeugt worden ist. Eine Vergleichung der so eben mitgetheilten spec. Gewichte mit den weiter oben angeführten ergiebt diefs offenbar. Bei der geringeren Temperatur entweicht besonders auch das Wasser später, und daher konnte erst beim letzten Destillate ausgeschiedenes Wasser bemerkt werden, ein Beweis, dafs dasselbe nicht mit dem Aether gemeinschaftlich entwickelt wird.

II. Eine zweite Reihe von Versuchen bewies diefs auf eine noch weit entschiedenere Art, so dafs kein Zweifel darüber mehr bleiben kann, dafs sich Aether bei der Kochhitze des Wassers in einem reichlichen Maafs entwickelt.

Es wurden 17 Unzen wasserfreier Alkohol (vom spec. Gewicht 0,792) mit 18 Unzen Schwefelsäurehydrat kalt gemengt, und das Gemenge in einem Wasserbade, dessen Temperatur häufig die des kochenden Wassers nicht einmal erreichte, einer Destillation unterworfen. Die genommenen Mengen sind in den Verhältnissen von gleichen Atomen von jeder der angewandten Substanz. Sie wurden in diesem Verhältnifs angewandt, theils weil sich dasselbe dem nähert, wie man es sonst zur Aetherdestillation anwandte, bei welcher man gleiche Gewichtstheile von Alkohol und Schwefelsäure nahm, theils auch deshalb, um kein Uebermaafs von Schwefelsäure anzuwenden.

Die Resultate der Versuche sind folgende:

Erstes Destillat. 3 Drachmen.

Zweites Destillat. 3 Unzen 6 Drachmen — spec. Gewicht 0,755.

Drittes Destillat. 3 Drachmen — spec. Gewicht 0,745.

Viertes Destillat.

Das erste Destillat bestand aus schon ziemlich reinem Aether; denn eine Auflösung von essigsaurem Kali schied aus der Flüssigkeit $\frac{2}{3}$ vom Volum an Aether ab. Das vierte und letzte Destillat erst enthielt ausgeschiedenes Wasser, und bestand dem Volumen nach nur kaum halb daraus. Es destillirte aber im Wasserbade so ganz aufserordentlich langsam ab, dafs viele Stunden dazu gehörten, um wenige Drachmen davon zu erhalten. Man sieht aus dem spec. Gewicht, dafs das zweite und besonders das dritte Destillat aus Aether bestand, der weit reiner ist, als man ihn sonst bei Aetherdestillationen erhält.

III. Da die Annahme, dafs Aether sich aus einem Gemenge von Alkohol und Schwefelsäure erst beim Sieden bildet, zu allgemein ist, so wurde, da zu Aetherdestillationen nicht wasserfreier, sondern wasserhaltiger Alkohol angewandt wird, eine neue Reihe von Versuchen mit letzterem angestellt.

Ein Pfund Alkohol von 90° Tralles, wie man ihn gewöhnlich zur Aetherdestillation anwendet, wurde mit einem Pfund Schwefelsäurehydrat kalt vermischt, und das Gemenge in einem Wasserbade, wie bei den Versuchen der zweiten Reihe, der Destillation unterworfen. Die Resultate der Versuche waren folgende:

Erstes Destillat. 4 Drachmen 36 Gran — spec. Gewicht 0,833.

Zweites Destillat. 2 Unzen 4 Drachmen 20 Gran — spec. Gewicht 0,787.

Drittes Destillat. 4 Drachmen 50 Gran — spec. Gewicht 0,789.

Viertes Destillat. 5 Drachmen 17 Gran — spec. Gewicht 0,789.

Fünftes Destillat.

Das erste Destillat bestand fast nur aus Alkohol, wie diefs auch das spec. Gewicht zeigt. Die folgenden Destillate enthielten sehr viel Aether, und bestanden gröfstentheils daraus. Ausgeschiedenes Wasser zeigte sich auch hier erst bei dem letzten und fünften Destillate, das ungefähr nur aus einer Drachme Flüssigkeit bestand, von welcher nur $\frac{1}{4}$ ausgeschiedenes Wasser war. Um diese geringe Menge überzudestilliren, war ein Erhitzen von mehr als 5 Stunden nothwendig.

Der Aether, welcher bei der Temperatur des kochenden Wassers aus einem Gemenge von Schwefelsäure und Alkohol erhalten wird, ist, wie es sich wohl vorher sehen läfst, und wie es auch die spec. Gewichte der Destillate ergeben, weit reiner, wenn wasserfreier, als wenn wasserhaltiger Alkohol angewandt wird. Der Aether, der auf diese Weise aus wasserhaltigem Alkohol erhalten wird, enthält mehr Alkohol, weil beim Vermischen des wasserhaltigen Alkohols mit Schwefelsäure weniger Alkohol in Schwefelweinsäure verwandelt wird, und mehr im freien Zustand im Gemenge bleibt, als wenn wasserfreier Alkohol angewandt wird. Aus der in dieser Abhandlung erörterten Theorie kann aber nur der Theil des Alkohols Aether geben, der in Schwefelweinsäure verwandelt worden ist, und dieser Aether destillirt beim Erhitzen mit dem freien Alkohol gemeinschaftlich über.

Die Thatsache, dafs Aether aus einem Gemenge von Alkohol und Schwefelsäure schon bei dem Kochpunkt des Wassers erzeugt wird, ist zwar für die Theorie der Aetherbildung sehr wichtig, und man erhält durch diese Methode auch den Aether reiner, besonders von Wasser, und von einem weit geringeren spec. Gewicht, als

wenn er bei der Siedhitze überdestillirt; aber zur Darstellung des Aethers ist sie in sofern nicht gut anwendbar, als bei dieser niedrigen Temperatur der Aether, und besonders die letzten Destillate mit grofser Langsamkeit abdestilliren.

Eine Thatsache indessen scheint sich nicht recht genügend nach der von mir angeführten Theorie erklären zu lassen. Wenn das Wasser als Base gegen das Aethyloxyd auftritt, und dasselbe aus seinen Verbindungen ausscheidet, so mufs es auffallend erscheinen, dafs stärkere Basen als Wasser diese Ausscheidung nicht noch vollkommener bewirken. Aber die Auflösungen der Salze der Schwefelweinsäure mit Kali und Natron können mit überschüssigem Kali behandelt werden, ohne dafs dieses das Aethyloxyd abscheidet; und auch die Salze der alkalischen Erden können neben überschüssiger Base bestehen.

Es scheint indessen ein Unterschied zwischen dem Verhalten der Doppelverbindung von Schwefelsäurehydrat mit schwefelsaurem Aethyloxyd und den übrigen schwefelweinsauren Salzen stattzufinden. Erstere wird weit leichter durch Wasser zersetzt als letztere. Diese Thatsache ist aber durchaus nicht ohne Analogie. Wasser kann viele Salze des Antimonoxyds zersetzen, und letzteres als basisches Salz aus diesen Verbindungen ausscheiden, aber die Verbindungen des Antimonoxyds mit Weinsteinsäure und anderen nicht flüchtigen organischen Säuren werden durch Wasser nicht zersetzt.

Nach der früher gebräuchlichen Methode destillirte man den Aether aus einem Gemenge von gleichen Gewichtstheilen von Schwefelsäure und Alkohol. In diesem ist im Anfange mehr Alkohol als nothwendig ist. Bei dem weiteren Verfolg der Destillation wird aber, in dem Maafse, dafs Alkohol als Aether abdestillirt, die Menge der Schwefelsäure immer überwiegender, und mit dem gröfseren Ueberschusse des Schwefelsäurehydrats wird beim Kochen, was in diesem Falle bei hoher Tem-

peratur stattfindet, der ausgeschiedene Aether selbst zersetzt, und erst in eine Doppelverbindung von schwefelsaurem Aethyloxyd mit schwefelsaurem Aetherol (Weinöl), und endlich durch zu grofse Mengen von Schwefelsäurehydrat und durch zu hohe Temperatur beim Kochen in Elaylgas (ölbildendes Gas) verwandelt.

Diese Verwandlung von Aether in Weinöl und in ölbildendes Gas, bei einem Uebermaafse von Schwefelsäure und bei hoher Temperatur, ist nicht, wie man aus der Vergleichung der Zusammensetzung dieser Substanzen mit der des Aethers schliefsen sollte, das Resultat einer blofsen Wasserentziehung. Denn so wie die geringsten Spuren von Weinöl sich bei der Aetherdestillation zeigen, entwickelt sich eine entsprechende Spur von schweflichter Säure, deren Menge bedeutender wird, wenn ölbildendes Gas sich erzeugt. Die Bildung von schweflichter Säure steht daher in einem bestimmten Zusammenhange mit der des Weinöls und des ölbildenden Gases. Da die Entstehung dieser beiden Körper erst bei erhöhter Temperatur stattfindet, besonders die des ölbildendes Gases, so verdanken diese Substanzen ihre Entstehung unstreitig einer ähnlichen Einwirkung der Schwefelsäure auf den Aether, wie diese Säure sie bei höheren Temperaturen auch auf andere Körper organischen Ursprungs ausübt. Die Schwefelsäure wird in der Wärme durch diese unter Entwicklung von schweflichter Säure und unter Ausscheidung eines kohleartigen Körpers schwarz gefärbt; dasselbe geschieht auch bei der Aetherdestillation, wenn sie bis zur Erzeugung des Weinöls und des ölbildendes Gases fortgesetzt wird.

Die Entstehung des sich ausscheidenden kohleartigen Körpers, welcher in neueren Zeiten von Erdmann und Lose [1]) untersucht worden ist, hängt daher zusammen mit der der schweflichten Säure, des Weinöls und des ölbildenden Gases, und die Bildung dieser Körper ist

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVII S. 619.

das Resultat eines anderen Processes, der mit dem der Bildung des Aethers wohl nichts gemein hat.

Wenn daher Aether bei einer sehr niedrigen Temperatur aus einem Gemenge von Schwefelsäure und Alkohol erzeugt wird, so ist er vollkommen rein von Weinöl. Und in der That konnte in den ersten Destillaten, welche bei den oben erwähnten Aetherdestillationen erhalten wurden, nicht nur bei denen, welche im Wasserbade geschahen, sondern auch bei der, die bei gelinder Hitze in einem Sandbade unternommen wurde, keine Spur von Weinöl bemerkt werden. Auch die letzten Destillate schienen vollkommen frei davon zu seyn; wurde indessen eine nicht unbedeutende Menge der ätherischen Flüssigkeit der letzten Destillate auf Löschpapier verdunstet, so konnte bei grofser Aufmerksamkeit eine sehr kleine Spur von Weinöl durch den Geruch wahrgenommen werden, eine Spur indessen, die so unbedeutend war, dafs sie von Individuen, die nicht genau den Geruch des Weinöls kannten, nicht bemerkt werden konnte. Auch war nach beendeter Destillation der Rückstand in der Retorte zwar dunkel gefärbt, doch nicht stark, so dafs er einem bräunlichen Vitriolöle glich, wie es so häufig im Handel vorkommt. Er roch eben so wenig erkenntlich nach schweflichter Säure, wie der überdestillirte Aether nach Weinöl. Von kohlehaltiger Substanz war keine Spur ausgeschieden. — Der Procefs, durch welchen Weinöl entsteht, fängt daher in dem zur Aetherbereitung bestimmten Gemisch zwar schon bei der Kochhitze des Wassers an, aber nur wenn diese lange unterhalten worden ist; die Bildung dieses Körpers ist aber bei dieser Temperatur jedenfalls in einem hohen Grade unbedeutend.

Wenn Aether im Wasserbade aus dem Gemisch von Schwefelsäure und Alkohol destillirt wird, so erhält man, wie man aus den oben angeführten Resultaten ersehen wird, weniger Aether, als man der ange-

wandten Menge des Alkohols nach erwarten sollte, und der Rückstand wiegt in dem Maafs mehr. Bei den beiden zuletzt angeführten Reihen von Versuchen, bei welchen Aether im Wasserbade erzeugt wurde, wog, bei Anwendung von 17 Unzen wasserfreien Alkohols und 18 Unzen Schwefelsäure, der Rückstand 27 Unzen, und der überdestillirte Alkohol enthaltende Aether 4½ Unzen (der Verlust bestand zum Theil in überdestillirtem Wasser, dessen Menge nicht bestimmt wurde, in verflüchtigtem Aether, der in diesem Falle sich deshalb in bedeutender Menge verflüchtigte, weil er ziemlich rein war, so wie in dem Verlust, der beim Ausgiefsen entsteht). — Bei Anwendung von 1 Pfund wasserhaltigem Alkohol und einem Pfunde Schwefelsäure wog der Rückstand 26½ Unzen, die Destillate 4 Unzen und einige Drachmen (der Verlust bestand zum Theil in übergegangenem Wasser, dessen Menge nicht mit Genauigkeit bestimmt wurde). In beiden Fällen war also bei der Schwefelsäure, aufser Wasser, Aether zurückgeblieben, gewifs als Isäthionsäure, auch wohl vielleicht zum Theil als Aethionsäure. Es ist wohl möglich, dafs nicht durch unmittelbare Zersetzung des Aethers, sondern nur durch die Zersetzung der Isäthionsäure vermittelst eines Uebermaafses von Schwefelsäure und einer hohen Temperatur, die Producte entstehen, welche neben Aether bei der Aetherdestillation erzeugt werden, wenn dieselbe länger und bei mehr erhöhter Temperatur fortgesetzt wird, nämlich ausgeschiedene kohlehaltige Substanz, schweflichte Säure, Weinöl und endlich ölbildendes Gas.

Es ist bekannt, dafs man die Entstehung dieser Producte gröfstentheils vermeidet, wenn die Aetherdestillation nach der neuen zweckmäfsigen Methode geschieht, nach welcher, in dem Maafse, dafs Aether abdestillirt, eine gleiche Menge Alkohol in das kochende Gemisch fliefst. Es wird hierdurch verhindert, dafs ein Uebermaafs von Schwefelsäure auf den Alkohol, oder vielmehr

mehr auf die Isäthionsäure bei hoher Temperatur einwirken kann.

Als man in früheren Zeiten die Bereitung des Aethers durch Entziehung des Wassers vermittelst der Schwefelsäure zu erklären suchte, konnte man mit vielem Rechte gegen diese Erklärung die Einwendung machen, dafs andere Körper als Schwefelsäure, welche ebenfalls zum Wasser eine starke Verwandtschaft haben, wie Kalihydrat, Chlorcalcium u. s. w. den Alkohol nicht in Aether umzuwandeln vermögen. Dieser Einwand fällt nun aber vollständig fort, da man jetzt weifs, dafs durch diese Wasserentziehung nicht, sondern durch die Zersetzung der Schwefelweinsäure der Aether gebildet wird.

Wenn man den Aether für eine Base hält, so können alle Theorien über die Aetherbildung die paradoxe Erscheinung nicht genügend erklären, dafs eine Base aus einer stark sauren Flüssigkeit, und durch eine starke Säure ausgetrieben wird. Nur nach der hier gegebenen Erklärung, und durch die Analogie, welche die Abscheidung des Aethers aus der Schwefelweinsäure mit der Zersetzung vieler unorganischer Salze vermittelst des Wassers hat, so wie die oben angeführte Analogie des Aethers mit einer Reihe von Oxyden, welche sich nicht oder schwer mit Säuren verbinden, verliert diese Erscheinung das Anomale.

Es scheint mir überhaupt ein Gewinn für die organische Chemie zu seyn, wenn man die Processe in derselben immer so viel wie möglich analog den Processen in der unorganischen Chemie zu erklären sucht. Durch die Bemühungen von Berzelius, Liebig und Dumas, welche diesen Weg, freilich aber oft von verschiedenen Ansichten ausgehend, verfolgten, sind der organischen Chemie die gröfsten Vortheile erwachsen.

Es ist gewifs zweckmäfsig, in einer so unvollendeten Wissenschaft, wie die Chemie und namentlich die organische Chemie ist, die Ursache aller Erscheinungen,

welche vereinzelt dastehen, für welche man keine passenden Analoga auffinden kann, und welche dadurch gleichsam wunderbar erscheinen, vorläufig einer gemeinschaftlichen Kraft zuzuschreiben, um dadurch offen zu gestehen, dafs bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft es zweckmäfsiger sey, einen Procefs lieber gar nicht, als vielleicht auf eine gezwungene und spitzfindige Art zu erklären. Je geringer aber die Zahl der Erscheinungen wird, die man zu dieser Klasse zu rechnen genöthigt ist, desto mehr vervollkommnet sich die Wissenschaft.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend habe ich es gewagt, einen Procefs in der organischen Chemie, der seit langer, und vorzüglich in neuester Zeit, besonders die Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich gezogen hat, analog mehreren Processen in der unorganischen Chemie zu erklären. Und wenn die Erklärungsart nicht allgemein befriedigen wird, so wird man vielleicht wenigstens den Versuch zu einer Erklärung billigen.

Die erörterte Theorie gilt zwar nur für die Bildung des Aethers aus einem Gemenge von Alkohol und Schwefelsäure; aber eine ganz ähnliche kann unstreitig auf die Bildung des Aethers aus Gemengen von Phosphor- und Arseniksäure mit Alkohol aufgestellt werden. Ich lasse es indessen jetzt noch unausgemacht, ob man die Bildung des Aethers durch Behandlung von Alkohol mit Fluorborgas, so wie mit Zinkchlorid und anderen Chloriden durch eine blofse Wasserentziehung vermittelst dieser Substanzen erklären mufs, oder auf die Weise, dafs dieselben mit dem Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur Verbindungen analog der Schwefelweinsäure bilden, welche bei erhöhter Temperatur wie diese durch das Wasser zersetzt werden. Letztere Ansicht halte ich für die wahrscheinlichere.

V. *Ueber Zweifach-Schwefeläthyl; von Pyram Morin aus Genf.*

Wenn man eine Mischung von Fünffach-Schwefelkalium mit schwefelweinsaurem Kali und Wasser destillirt, so bekommt man eine ölartige Flüssigkeit, die Hr. Prof. Zeise mit dem Namen *Thialöl* belegt, und die er auf verschiedene Weise dargestellt hat, nämlich:

1) entweder mit schwefelweinsaurem Kali und Dreifach-oder Fünffach-Schwefelkalium, oder
2) mit schwerem Weinöl und denselben Schwefelverbindungen.

Die besten Verhältnisse, um die gröfstmögliche Menge dieses Productes zu bekommen, sind:

1 Atom Fünffach-Schwefelkalium =1496
und 1 - schwefelweinsaures Kali =2285
oder ungefähr 2 Theile von dem ersteren
und 3 - von dem letzteren.

Man zerkleinert beide Salze, mischt dieselben, bringt sie in eine mit einer Vorlage versehene Retorte, fügt ein der Mischung gleiches Gewicht Wasser hinzu, und unterwirft das Ganze einer Destillation. Man bekommt Wasser und unreines gelbes *Thialöl*, das zu Boden sinkt. Man hört auf zu erhitzen, wenn der Rückstand in der Retorte anfängt sehr dick zu werden, setzt von Neuem so viel Wasser hinzu, wie das erste Mal, und destillirt wieder. So verfährt man drei oder vier Mal, oder besser, man wiederholt diese Operation, so oft als es die Ausbeute verlohnt.

Wenn man mehr als die angegebene Menge Schwefelkalium anwendet, so bekommt man ein sehr unreines Thialöl.

Um es zu reinigen, schüttelt man es zu wiederhol-

ten Malen mit dem mehrfachen Gewicht destillirten Wassers, trennt dasselbe alsdann von dem letzteren und bringt es mit Chlorcalcium in eine Retorte, läfst das Ganze eine Zeit lang stehen und unterwirft es hierauf einer Destillation.

Der Kochpunkt dieser Flüssigkeit ist verschieden, anfänglich bei 150° C., steigt er nach und nach bis 200° C. Man hört mit der Operation auf, wenn die Temperatur bis ungefähr 190° C. gestiegen ist, unterwirft das Product einer neuen Destillation, ohne jedoch die Temperatur von 180° C. zu übersteigen, wiederholt diese Operation bis man endlich eine Flüssigkeit erhält, die bei 151° C. siedet, und vollständig überdestillirt, ohne den angeführten Siedpunkt weiter zu verändern. Die reine Flüssigkeit beträgt ungefähr die Hälfte der zuerst erhaltenen.

Eigenschaften.

Das *Thialöl* ist ganz farblos. Es besitzt einen starken, höchst unangenehmen knoblauchartigen Geruch, der leicht Kopfweh verursacht. An der Luft verändert es sich nicht. Es brennt mit blauer Flamme unter Entwicklung von schwefliger Säure. Der Geschmack ist zuerst scharf, nachher etwas süfslich. Ein Kaninchen, dem man zehn Tropfen davon gegeben hatte, bekam convulsivische Bewegungen, es blieb eine halbe Stunde gekauert, nach Verlauf von zwei Stunden war es jedoch völlig wieder hergestellt.

Das *Thialöl* verhält sich vollkommen indifferent gegen Probefarben, sowohl für sich, als im aufgelösten Zustande. Es siedet und destillirt unverändert bei 151° C. Sein specifisches Gewicht gleicht dem des Wassers oder weicht nur sehr wenig von demselben ab. Mit diesem in Berührung gebracht, schwimmt es anfänglich auf der Oberfläche desselben, nach einiger Zeit jedoch sinkt es zu Boden, indem vielleicht ein Hydrat sich erzeugt? Es

ist sehr wenig in Wasser löslich, und kann durch Aether vollständig von demselben getrennt werden. In Aether und Alkohol löst es sich in jedem Verhältnisse auf. Quecksilberoxyd wirkt langsam darauf ein, und giebt nach und nach eine gelbe Masse. Die weingeistige Lösung des *Thialöls* giebt mit Bleizucker einen gelblichweifsen, mit Sublimat einen weifsen flockigen Niederschlag. Salzsäure verhält sich zum *Thialöl* wie Wasser, sie löst ein wenig davon. Beide destilliren gemeinschaftlich über, ohne eine Verbindung zu geben. Bei der gewöhnlichen Temperatur wirkt Schwefelsäure-Hydrat nicht auf *Thialöl*, löst nichts davon, aber bei erhöhter Temperatur zersetzen sich beide und entwickeln schweflige Säure.

Eine möglichst concentrirte Lösung von Kali in Wasser zersetzt es erst beim Kochen und beim Zutritt der Luft, und giebt eine milchichte Flüssigkeit. Die rauchende und siedende Salpetersäure zersetzt es unvollständig; die Wirkung ist sehr heftig, man bekommt eine farblose Flüssigkeit, die keinen knoblauchartigen Geruch mehr besitzt, und die, mit Barytlösung versetzt, allerdings einen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt giebt, der aber bei weitem nicht der Menge des im *Thialöl* enthaltenen Schwefels entspricht. Vielleicht bildet sich eine Verbindung einer Stickstoffsäure mit *Thialöl*, denn durch Zusatz von Kali kehrt der knoblauchartige Geruch zurück. Wenn man *Thialöl* mit Brom in Berührung bringt, so erhitzt sich das Gemenge; verdünnt man es mit Wasser, so bleibt es klar, nur durch Destillation bekommt man eine Flüssigkeit mit einem stechenden Geruch gleich dem der Bromwasserstoffsäure, doch etwas aromatisch.

Die Eigenschaften des *Thialöl*, die ich angegeben habe, sind noch lange nicht vollständig. Diese Substanz verdient noch näher geprüft zu werden, besonders was das Verhältnifs derselben zu Säuren und mehreren Ele-

menten betrifft, mit denen sie wahrscheinlich Verbindungen eingehen kann. Aber sehr beschränkt in der Zeit, die ich diesen Untersuchungen widmen konnte, sah ich mich leider genöthigt, das tiefere Studium dieses neuen Körpers zu verschieben, ohne selbst ihn weder in Verbindung noch als Dampf untersucht zu haben. Mein Zweck ist jetzt blofs die Zusammensetzung des *Thialöls* bekannt zu machen. Das Resultat der Analyse, die ich mit Sorgfalt gemacht habe, scheint mir genau genug, um die Formel, die ich gefunden habe, für richtig geben zu dürfen.

Analyse.

Ich versuchte zuerst auf verschiedenen Wegen die Menge des Schwefels zu bestimmen. In dieser Absicht wandte ich siedende concentrirte Salpetersäure an. Auf den Boden eines tiefen, mit dieser Säure fast gefüllten Ballons liefs ich Thialöldampf strömen. Ungeachtet der hohen Schicht der Säure ging immer ein Theil der Dämpfe unzerstört durch. Derselbe Nachtheil zeigte sich, nachdem ich beide Stoffe lange in Berührung gelassen hatte, bevor ich eine höhere Temperatur anwandte. Immer bekam ich eine Flüssigkeit ohne knoblauchartigen Geruch, die, mit Baryt versetzt, zwar einen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt gab, dessen Menge jedoch nie der Quantität des Schwefels entsprach, die ich bekommen sollte.

Nachher versuchte ich die Auflösung von *Thialöl* in Salpetersäure durch überschüssiges kaustisches Kali zu sättigen. Der knoblauchartige Geruch kam, aber sehr schwach, zum Vorschein. Ich dampfte diese Flüssigkeit bei einer sehr niedrigen Temperatur bis zur Trockenheit ab und glühte dann den Rückstand. Das erhaltene Product, in Wasser aufgelöst, brachte mit Baryt einen reichlichen Niederschlag hervor, der mir aber ein falsches Resultat gab, indem er nach wiederholten Versu-

chen verschieden ausfiel, was von der Verschiedenheit der Quantität des Thialöls herrührte, das der Zersetzung entgangen war.

Auch wandte ich das Brom vergebens an, wie es sich nach dem über die Eigenschaften des Thialöls Gesagten von selbst versteht.

Ich mufste mich darauf beschränken, die Menge des Schwefels durch die Elementaranalysen zu bestimmen. Nach Zersetzung des Thialöls mit Kupferoxyd blieb der Schwefel als Schwefelmetall zurück. Durch anhaltendes Kochen des in der Verbrennungsröhre gebliebenen Rückstandes in concentrirter Salpetersäure, konnte ich am Ende die ganze Menge des Schwefels oxydiren und als Schwefelsäure bestimmen. Damit kein Schwefel entweiche, habe ich in den vorderen Theil der Verbrennungsröhre kleine Stückchen Kupferblech angebracht und sie bis zum Glühen erhitzt.

Die Analyse ist nach der Methode des Hrn. Prof. Mitscherlich, mit seinem eigenen Apparat, gemacht worden, dessen ausgezeichnete Genauigkeit eine Bürgschaft für die gefundenen Resultate giebt.

Die Resultate waren folgende:

Angewandtes Thialöl =0,3750 Grm.

giebt:

Wasser	=0,2795	Grm.
Kohlensäure	=0,5341	-
Schwefelsauren Baryt	=1,4310	-

Was entspricht:

Wasserstoff	=0,030997	Grm.
Kohlenstoff	=0,147679	-
Schwefel	=0,197430	-
Zusammmen	=0,376106	Grm.
Ueberschufs	=0,001106	Grm.

Oder für:

Thialöl	=100
Wasserstoff	= 8,266
Kohlenstoff	= 39,381
Schwefel	= 52,648
Zusammen	=100,295
Ueberschufs	= 0,295

Diese Zahlen durch die Atomengewichte der entsprechenden Elemente dividirt, geben:

$$S\,\frac{52,648}{201,165} : H\,\frac{8,266}{6,2398} : C\,\frac{39,381}{76,437}.$$

Gleich:

S 0,2617 : H 1,3247 : C 0,5152.

Nimmt man die kleinste Zahl, die des Schwefels, als Einheit, so bekommt man:

S=1 : H=5,06 : C=1,97,

oder ganz nahe:

1 Atom Schwefel
5 - Wasserstoff
2 - Kohlenstoff.

Wenn man nun den bei der Darstellung des Thialöls in der Retorte gebildeten Rückstand untersucht, findet man, wenn man die richtigen Verhältnisse von Schwefelkalium und schwefelweinsaurem Kali angewendet hat, dafs er blofs aus schwefelsaurem Kali und freiem Schwefel besteht, woraus man schliefsen kann, dafs während der Destillation das Metall des Fünffach-Schwefelkaliums sich oxydirt hat, und dafs der Kohlen- und Wasserstoff gemeinschaftlich sich mit dem einen Theil des Schwefels verbunden haben, während der andere Theil des Schwefels frei geworden ist; da aber das schwefelweinsaure Kali vier Atome Kohlenstoff enthält, mufs man gleichfalls in dem Thialöl vier Atome Kohlenstoff annehmen.

Diefs giebt für die wahre Zusammensetzung des Thialöls:

2 Atome Schwefel
10 - Wasserstoff
4 - Kohlenstoff.

Die Formel wird:

$$C_4H_{10}S_2.$$

Daher bekommt man für die Zusammensetzung:

	Gefunden auf 100	Berechnet auf 100
Kohlenstoff	=39,381	=39,70
Wasserstoff	= 8,266	= 8,08
Schwefel	=52,648	=52,22
	100,295	100.

Diefs giebt für 1 Atom Thialöl:

4	Atome	Kohlenstoff	=305,748
10	-	Wasserstoff	= 62,398
2	-	Schwefel	=402,330
Zusammen 1	Atom	Thialöl	=770,476.

Theoretische Betrachtungen.

Wenn man auf die Theorie der Bildung des *Thialöls* zurückkommt, und mit Hrn. Prof. Liebig annimmt, dafs schwefelweinsaures Kali eine Verbindung von schwefelsaurem Aethyloxyd sey, mufs man in dem Rückstand der Destillation blofs schwefelsaures Kali und freien Schwefel finden, und das Product mufs als eine Verbindung von Aethyl und Schwefel, analog dem Zweifach-Schwefelkalium, betrachtet werden. Diese Verbindung mufs man *Zweifach-Schwefeläthyl* nennen. Da nämlich der Name Thialöl, den Hr. Prof. Zeise ihr gegeben hat, blofs provisorisch gewesen ist, so will ich den annehmen, der sich auf diese Theorie gründet.

Hr. Prof. Löwig hat schon ein Zweifach-Schwefeläthyl angenommen (Organische Chemie, S. 464), das

man durch Destillation von Oxaläther (oxalsaurem Aethyloxyd) und Einfach-Schwefelkalium, das wahrscheinlich Zweifach-Schwefelkalium enthielt, bekommen hat. Die Eigenschaften, die er diesem Körper beilegt, sind dieselben des Schwefeläthyls, das ich analysirt habe, nur weicht das specifische Gewicht ab. Man kann sich aber bei dieser Eigenschaft leicht täuschen. Bei 15° C. fand ich, dafs das specifische Gewicht desselben genau dem des Wassers gleich kommt. Wie oben bemerkt, schwimmt das Schwefeläthyl auf dem Wasser, und sinkt nur langsam, wahrscheinlich als Hydrat, zu Boden. Ich glaube daher, dafs man diese beiden Schwefeläthyle als einen und denselben Körper ansehen kann, was die Meinung des Hrn. Prof. Löwig unterstützt, dafs so viel Schwefeläthyle existiren, als Schwefelverbindungen von Kalium. Wenn man annimmt, dafs Aethyl dem Kalium analog sey, so sollte jenes ähnliche Verbindungen eingehen, wie dieses Metall. Es existirt ein Chlor-, ein Brom-, ein Jodkalium; so hat man auch ein Chlor-, ein Brom-, ein Jodäthyl. Indem man nun fünf verschiedene Schwefelverbindungen von Kalium hat, sollte man auch fünf verschiedene Schwefeläthyle bekommen. Ungeachtet dieser Bespiele von Analogien ist es sonderbar, dafs man blofs Zweifach-Schwefeläthyl und freien Schwefel bekommt, sey es nun durch Anwendung von Fünffach- oder von Dreifach-Schwefelkalium. Diese Ausnahme spricht für die Theorie des Hrn. Prof. Mitscherlich, dafs nämlich der Aether als ein Aetherinhydrat anzusehen sey. Dieses Radical kann sich mit mehreren Elementen verbinden, wie z. B. mit Chlor, Brom etc., mit Sauerstoff sogar in mehreren Verhältnissen, und giebt Verbindungen, die sich mit Wasser vereinigen. Der Schwefel könnte den Sauerstoff ganz vertreten, ein Schwefelätherin geben, das sich mit Schwefelwasserstoff verbinden würde $(C_4 H_8) S + H_2 S$.

Endlich wenn man die Theorie und die Nomencla-

tur des Hrn. Prof. Zeise annimmt, so ist Zweifach-Schwefeläthyl nichts anderes als das Mercaptum. Dieser Körper, mit zwei Atomen Wasserstoff verbunden, giebt Mercaptan, $C_4H_{10}S_2+H_2$. Dieses Mercaptum sollte sich auch mit Metallen verbinden können, um Mercaptide zu geben. Die Meinung, dafs Zweifach-Schwefeläthyl als ein besonderes Radical anzusehen sey, möchte sich in der Folge bestätigen, wenn man dahin kommen würde, es entweder mit Metallen oder mit Brom u. s. w., oder mit Säuren zu verbinden, wie es, nach dem was oben von den Eigenschaften dieses Körpers gesagt wurde, möglich ist.

Es scheint mir, dafs man, durch die von mir angewandte Methode, das Zweifach-Schwefeläthyl zu bereiten, keine Verbindung mit mehr als zwei Atomen Schwefel bekommen könne. Jedoch nach einigen von mir mit Chloräthyl und den verschiedenen Schwefelkalium gemachten Versuchen bin ich zu der Vermuthung gekommen, dafs fünf verschiedene Schwefeläthyle anzunehmen seyen.

Berlin, October 1839.

VI. *Analyse des Phonoliths von Whisterschan bei Töplitz; von Joseph Redtenbacher aus Wien.*

Der Phonolith von Whisterschan gehört zu den seltneren Abänderungen des Phonoliths, die einen muschlichen Bruch und grofse Aehnlichkeit mit Hornstein haben, daher sie auch früher immer als Hornsteinporphyre aufgeführt sind. Er ist lauchgrün, an den Kanten durchscheinend, enthält nur sehr wenige und kleine Krystalle vom glasigen Feldspathe eingewachsen, und bildet einen besonderen Hügel zu Whisterschan bei Töplitz, der sich

durch seine Kahlheit auszeichnet. Da wir noch keine chemische Untersuchung über die Zusammensetzung einer solchen Abänderung des Phonoliths besitzen, veranlafste mich Hr. Prof. G. Rose, eine Analyse davon zu unternehmen, die ich in dem Laboratorium des Hrn. Prof. H. Rose anzustellen Gelegenheit hatte.

Eine hinreichende Menge des Phonoliths wurde aufs feinste gepulvert, mit Chlorwasserstoffsäure übergossen, und unter öfterem Umrühren einer längeren Digestion bei gelinder Wärme ausgesetzt, wodurch ein Theil desselben gelatinirte. Als nach Wiederholung dieses Verfahrens Chlorwasserstoffsäure nichts mehr auflöste, wurden durch Zusatz von Wasser und Filtriren die aufgelösten Bestandtheile von der Kieselerde sammt dem ungelösten Theil des Minerals getrennt. Die Kieselerde, von diesem letzteren Theile durch Kochen mit kohlensaurem Natron getrennt, wurde durch Chlorwasserstoffsäure wieder ausgeschieden.

Die abfiltrirte Flüssigkeit, welche die in Chlorwasserstoffsäure löslichen Bestandtheile enthielt, wurde einem Strom von Schwefelwasserstoff ausgesetzt, um die geringe Menge des Kupfers als Schwefelkupfer zu fällen, dieses dann mit Salpetersäure oxydirt und durch Kali als Kupferoxyd gefällt. Die vom Schwefelkupfer abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Chlor geschwängert, nachdem durch gelindes Erwärmen vorher aller Geruch nach Schwefelwasserstoff verschwunden war. Mit Ammoniak wurde die Thonerde, das Eisenoxyd und Manganoxydul gefällt, und aus der davon abfiltrirten Flüssigkeit die Kalkerde als oxalsaure Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak.

Die Thonerde wurde von den beiden anderen Bestandtheilen durch Kali getrennt und durch kohlensaures Ammoniak bestimmt, das Eisenoxyd als bernsteinsaures Eisenoxyd, das Mangan aber durch Schwefelwasserstoffammoniak als Schwefelmangan, das, durch Chlorwasser-

stoffsäure gelöst, mit kohlensaurem Natron als kohlensaures Manganoxydul gefällt wurde.

Die abfiltrirte Flüssigkeit, die die Talkerde und Alkalien enthielt, wurde zur Trockne gebracht, durch Glühen die ammoniakalischen Salze verjagt, durch Schwefelsäure die Chlormetalle in schwefelsaure Salze, durch essigsauren Baryt in essigsaure, und durch abermaliges Glühen in kohlensaure Salze verwandelt, die Talkerde als schwefelsaures Salz, das Kali als Kaliumplatinchlorid, das Natron als Chlornatrium bestimmt.

Der Wassergehalt wurde durch einen besonderen Versuch durch Glühen aus dem Verluste bestimmt.

8,095 Grm. des Phonoliths gaben 4,131 oder 51,031 Proc. unlösliche und 3,964 oder 48,969 Proc. lösliche

Bestandtheile in Chlorwasserstoffsäure, letztere gaben aber:

	Gefunden.	Procente.	Oxygen.
Kieselerde	1,634	41,220	21,4
Thonerde	1,159	29,238	13,7
Eisenoxydul	0,099	2,497	0,59
Manganoxydul	0,025	0,638	0,14
Bittererde	0,050	1,261	0,49
Kalkerde	0,041	1,034	0,28
Kali	0,141	3,557	0,6
Natron	0,480	12,108	3,09
Kupferoxyd	0,001	0,025	0,005
Wasser	0,260	6,558	5,83
Verlust	0,074	1,864	
	3,964	100,000.	

Von dem unlöslichen Bestandtheil des Phonoliths wurden zwei Analysen gemacht. Bei der einen Analyse wurde derselbe mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen, und von dem, von der Kieselerde durch Kochen mit kohlensaurem Natron befreiten Rückstand 1,468 Grm.

angewandt; bei der zweiten Analyse wurde er mit Flufssäure zersetzt, und hierzu eine neue Menge Minerals mit Chlorwasserstoffsäure aufgeschlossen, der unlösliche Rückstand wurde aber von der Kieselerde nicht getrennt, sondern mit Flufssäure behandelt, und bei der Berechnung die dem löslichen Bestandtheile gehörige Kieselerde abgezogen, so dafs auf diese Weise der unlösliche Bestandtheil zu 2,514 Grm. bestimmt wurde. Uebrigens wurde bei beiden Analysen nach den oben angegebenen Methoden verfahren, nur dafs bei der Analyse mit Flufssäure die erhaltenen Kieselfluormetalle durch Zusatz von Schwefelsäure vorher in schwefelsaure Salze verwandelt wurden.

	Analyse mit kohlens. Natron.	Analyse mit Flufssäure.
Kieselerde	66,961	
Thonerde	18,937	17,700
Kalk	0,340	0,397
Magnesia	1,498	1,471
Kali		4,932
Natron		6,324

Der Phonolith im Ganzen enthält daher:

Kieselsäure	54,090
Thonerde	24,087
Eisenoxydul	1,248
Manganoxydul	0,319
Kalkerde	0,687
Magnesia	1,379
Kali	4,244
Natron	9,216
Kupferoxyd	0,012
Wasser	3,279
	98,561.

Läfst man bei dem löslichen Gemengtheil die metallischen Bestandtheile unberücksichtigt, da sie der Zu-

sammensetzung der Zeolithe gewöhnlich fremd sind, das Eisenoxydul wahrscheinlich von etwas eingemengtem Magneteisenstein herrührt, so verhalten sich die Sauerstoffmengen der Kieselerde, Thonerde, der übrigen Basen und des Wassers beinahe wie 5 : 3 : 1 : 1, wonach man für den zeolithartigen Gemengtheil die Formel

$$\dot{Na}^3\ddot{\dot{Si}}^2 + 3\ddot{\dot{Al}}\ddot{\dot{Si}} + 3\dot{H}$$

annehmen könnte, wenn es nicht vielleicht wahrscheinlicher ist, dafs nicht ein, sondern mehrere Zeolithe an der Zusammensetzung des Phonoliths Theil genommen haben.

Der unlösliche Gemengtheil ist ein Gemenge von Feldspath und Albit.

Was die Menge des unlöslichen Gemengtheiles anbelangt, so übertrifft der Phonolith von Whisterschan noch den kürzlich von H. Meyer analysirten Phonolith vom Marienberg bei Aufsig [1]), und steht nur dem von C. Gmelin analysirten Phonolith von Hohenkrähen nach.

VII. *Chemische Untersuchung des Aurichalcits, eines neuen Kupfererzes vom Altai; von Theod. Boettger.*

Dieses Mineral findet sich bestehend aus kleinen, etwas breitstänglichen Zusammensetzungsstücken, die theils eckige Körner bilden, welche mit Kalkspath und Brauneisenstein verwachsen sind, theils aufgewachsen vorkommen und drusenartige Ueberzüge darstellen, die selbst oft wieder mit Kalkspathkrystallen bedeckt sind. Die stänglichen Individuen sind in den letzteren etwa $1\frac{1}{2}$ Linien lang. Sie haben eine spangrüne Farbe, Perlmutterglanz und

1) Vergl. diese Annal. Bd. XXXXVII S. 195.

sind immer durchscheinend, dabei von sehr geringer Härte, die ungefähr der des Talkes gleichkommt.

Das Mineral findet sich in Loktewsk, wie auch auf einigen anderen Kupfergruben im Altai, und wurde mir vom Hrn. Prof. G. Rose zur Untersuchung mitgetheilt, die ich darauf in dem Laboratorio des Hrn. Prof. H. Rose auszuführen Gelegenheit hatte.

Verhalten vor dem Löthrohre.

Im Glaskölbchen erhitzt, giebt das Mineral Wasser aus, das weder sauer noch alkalisch reagirt; die grüne Farbe ändert sich in Braunschwarz um, und die Krystallblättchen haben alsdann einen starken Glasglanz.

Die geglühte Masse für sich auf Kohle im Oxydationsfeuer stärker erhitzt, nimmt eine etwas dunklere Farbe an, und sintert etwas zusammen, ohne sich weiter zu verändern. Im Reductionsfeuer giebt sie, ohne zu schmelzen, einen Beschlag, welcher in der Wärme gelblich und nach dem Erkalten weifs erscheint, mit Kobaltsolution befeuchtet und vor der Oxydationsflamme mäfsig geglüht, färbte sich dieser Beschlag beim Erkalten grün.

In Borax und Phosphorsalz löste sich das Mineral unter Brausen zu einem, von Kupferoxyd grün gefärbten Glase auf.

Mit gleichen Theilen Soda und Borax auf Kohle im Reductionsfeuer behandelt, zeigte sich ein starker Zinkoxydbeschlag, und ein metallisches Kupferkorn wurde erhalten.

Chlorwasserstoffsäure löste das Mineral unter Brausen vollständig auf.

Quantitative Analyse.

Eine gewogene Quantität des Minerals wurde im Sandbade einer mäfsigen Wärme ausgesetzt und mehrmals

mals gewogen; es fand durchaus kein Gewichtsverlust statt.

Hierauf wurden 2,1833 Grm. in einer kleinen, zuvor gehörig ausgetrockneten, tarirten Glasretorte abgewogen, die an der Retorte befindliche Röhre in eine Spitze ausgezogen, und nach dem Oeffnen der Spitze wiederum das Gewicht der Retorte bestimmt. Sie wurde nunmehr mittelst eines Kautschuckrohres mit einer gewogenen, mit Chlorcalcium gefüllten Glasröhre verbunden, alsdann nach und nach bis zum Glühen erhitzt, so stark und so lange, bis alles Wasser aus der Verbindung ausgetrieben und in das Chlorcalciumrohr übergegangen war. Jetzt wurde der ausgezogene Theil des Halses der Retorte schnell zugeschmolzen. Das Chlorcalciumrohr wurde nun sammt der vom Retortenhalse abgeschmolzenen Spitze, unter Anwendung der nöthigen Vorsichtsmafsregeln, gewogen, alsdann das Gewicht der Spitze für sich bestimmt und von dem Gesammtgewicht abgezogen. Das Mehrgewicht des Chlorcalciumrohres betrug gegen das Gewicht desselben vor dem Versuche 0,21725 Grm., und enthält hiernach das Mineral 9,9505 Grm. Wasser.

Die Spitze des Retortenhalses wurde nach dem Erkalten vorsichtig abgefeilt, und die Retorte, nachdem sie sich mit atmosphärischer Luft gefüllt hatte, mit ihrem Inhalte gewogen. Das Gewicht des Rückstandes betrug 1,6155 Grm., und sonach der gesammte Gewichtsverlust $2{,}1833 - 1{,}6155 = 0{,}5678$ Grm., oder 26,0065 Proc. des Minerals, so dafs das Gewicht der Kohlensäure $26{,}0065 - 9{,}9505 = 16{,}056$ Proc. beträgt.

Der aus der Retorte herausgenommene Rückstand erlitt durch Glühen keine Gewichtsverminderung mehr.

0,975 Grm. des geglühten Rückstandes wurden mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure übergossen, und lösten sich leicht zu einer dunkelgrünen Flüssigkeit auf, die durch

Verdünnung mit vielem Wasser sich blau färbte. Die Auflösung wurde mit Schwefelsäure sehr stark sauer gemacht, Schwefelwasserstoffgas hindurchgeleitet, das gefällte Schwefelkupfer filtrirt, und auf die gewöhnliche Weise, durch Behandlung desselben mit Salpeter- und Chlorwasserstoffsäure und Fällung der filtrirten Auflösung mit reinem Kali, das Kupferoxyd ausgeschieden und bestimmt. Die Menge desselben betrug 0,3715 Grm., und sind daher in 1,6155 Grm. des geglühten Minerals 0,6155 Grm., und folglich 28,192 Proc. Kupferoxyd in der Verbindung enthalten.

Das Kupferoxyd wurde vor dem Löthrohre mit Soda im Reductionsfeuer behandelt; es zeigte sich auf der Kohle ein äufserst geringer Beschlag von Zinkoxyd, der, mit Kobaltsolution befeuchtet und geglüht, nach dem Erkalten eine ganz schwach grüne Färbung annahm.

Die vom Schwefelkupfer abfiltrirte Flüssigkeit wurde, nach vollständiger Entfernung des Geruchs nach Schwefelwasserstoff, mit kohlensaurem Natron gefällt, und das kohlensaure Zinkoxyd durch Glühen in Zinkoxyd umgeändert, dessen Gewicht 0,6045 Grm. betrug, und sind daher in 1,6155 Grm. der geglühten Verbindung 1,0088 Grm. oder 45,8388 Grm. Zinkoxyd in dem Minerale enthalten. Die vom kohlensauren Zinkoxyd abfiltrirte Flüssigkeit gab, mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak versetzt, durchaus keinen Niederschlag mehr, und das Zinkoxyd war vollkommen frei von Kupferoxyd. Die Analyse hat daher folgendes Resultat ergeben:

		in 100 Th.	Sauerstoffgeh.
Kupferoxyd	0,6155 Grm.	28,1920	5,6874
Zinkoxyd	1,0088 -	45,8388	9,1991
Kohlensäure	0,3505 -	16,0560	11,6213
Wasser	0,2172 -	9,9505	8,8448
	2,1840 Grm.	100,0573.	

Eine zweite Analyse gab:

	in 100 Th.	Sauerstoffgehalt.
Kupferoxyd	28,3569	5,7208
Zinkoxyd	45,6198	9,0655
Kohlensäure	16,0772	11,6316
Wasser	9,9328	8,8291
	99,9867.	

Das Sauerstoffverhältnifs ist demnach:

	des Kupfer- u. Zinkoxyds:	der Kohlensäure:	des Wassers:
nach (1)	14,7965	11,6213	8,8448
- (2)	14,7862	11,6316	8,8291
oder	5	4	3.

Hieraus lassen sich für die Zusammensetzung des Minerals folgende Formeln entwickeln:

I. $2\left.\begin{matrix}\dot{Cu}\\ \dot{Zn}\end{matrix}\right\}\ddot{C}+3\left\{\begin{matrix}\dot{Cu}\\ \dot{Zn}\end{matrix}\right.\dot{H}$, oder

$2\dot{R}\ddot{C}+3\dot{R}\dot{H}$.

II. $2\left.\begin{pmatrix}\dot{Cu}\\ \dot{Zn}\end{pmatrix}^2\right\}\ddot{C}+\left\{\begin{matrix}\dot{Cu}\\ \dot{Zn}\end{matrix}\right.\dot{H}^3$, oder

$2\left[\dot{R}^2\ddot{C}\right]+\dot{R}\dot{H}^3$.

Die Formel I hat Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung der Kupferlasur, worin nur Kupferoxyd durch eine entsprechende Menge Zinkoxyds vertreten wird.

Nimmt man an, dafs vom Zinkoxyd gerade doppelt so viel in dem Erze enthalten sey, als vom Kupferoxyd, so würde die Zusammensetzung durch die Formel

$$2\dot{Cu}\ddot{C}+3\dot{Cu}\dot{H}+2(\dot{Zn}\ddot{C}+3\dot{Zn}\dot{H})$$

ausgedrückt werden. Allein die Rechnung nach dieser Formel giebt Resultate, die zu weit von dem Resultate der Analyse abweichen, so dafs Kupfer- und Zinkoxyd in der Verbindung nur als einander ersetzend anzunehmen sind.

Der obige Name, den ich mir erlaubt habe, dem

analysirten Erze beizulegen, ist kurz und bezeichnend, da Aurichalcum beide Metalle, deren Oxyde in demselben enthalten sind, ausdrückt.

VIII. *Ueber den Aegyrin; vom Dr. Tamnau.*

Diesen Namen hat Hr. Prediger Esmark in Brevig, nach dem alten Meeresgott Aegyr, einem Minerale beigelegt, das zuerst auf einer der äufsersten Klippen des Brevig-Fiords, später auch in den hohen Bergen von Hvale, eine halbe Meile westlich von Brevig, beide Male in Zirkonsyenit, gefunden wurde. Das Mineral gleicht auf's Vollkommenste jener schwarzen Hornblende, die man so häufig, undeutlich krystallisirt, in den Syeniten, namentlich in dem Zirkon-Syenit der Gegend von Frederiksvärn bei Brevig findet, und unterscheidet sich nur durch ein bedeutend gröfseres spec. Gew. — Bei Betrachtung des Aegyrin, von denen sich mehre Stücke in meiner Sammlung befinden, mit der Lupe, sieht man deutlich, dafs das Mineral kein einfaches, sondern ein mechanisch gemengtes ist. In der Hornblende sitzen viele kleine Punkte und Parthien eines metallischen Fossils, dessen Begränzung mit der Hornblende man an einigen Stellen deutlich wahrnehmen kann. Ob dieses Magneteisenstein, womit es die meiste Aehnlichkeit hat, oder Thorit [1]) oder ein ähnliches Mineral sey, mufs ich dahin gestellt seyn lassen. Jedenfalls dürfte der Aegyrin nicht als oryktognostische Species zu betrachten seyn.

1) Nach Esmark's Löthrohrversuchen soll es nicht unbedeutend Thorerde enthalten; Berzelius fand darin nur Kieselerde, Mangan, Eisen und Phosphorsäure. (Leonhard's Jahrbuch, 1835, S. 184.)

IX. *Ueber die Auffindung in Wasser löslicher Metallverbindungen in Milch, Milch-Kaffee und Chocolade; von Dr. L. Elsner.*

(Mitgetheilt vom Verfasser.)

Unter den Untersuchungen flüssiger Nahrungsmittel auf etwa beigemischte Metallverbindungen gehört gewifs die Auffindung von solchen Verbindungen in Milch, Milch-Kaffee und Milch-Chocolade zu denjenigen Fällen, die in gerichtlich-chemischer Hinsicht einige Aufmerksamkeit verdienen; denn es ist ja eine schon von Orfila längst bekannte Erfahrung, dafs in Milch und milchhaltigen Flüssigkeiten geringe Mengen von Metallverbindungen vorhanden seyn können, ohne dafs eine äufserliche Veränderung an den genannten Flüssigkeiten wahrzunehmen ist. Es ist daher die Aufgabe für den untersuchenden Chemiker, auch die geringsten Mengen von metallischen Beimischungen auf eine leicht ausführbare und sichere Weise darzuthun. Ich sage absichtlich »auf eine *leicht* ausführbare Weise;« denn es ist jedem Chemiker bekannt, wie grofs die Schwierigkeiten sind, bei Untersuchung organischer Stoffe auf mögliche Metallbeimischungen. — Die Methode mufs daher eine ganz andere seyn als die, welche Orfila angegeben hat, nämlich durch Verbrennung dieser genannten Stoffe zu Kohle und Ausziehung derselben durch Säuren die metallischen Beimischungen nachzuweisen. Ich habe daher einen anderen Weg eingeschlagen, und fand ihn nach vielen Versuchen leicht und sicher ausführbar. — Hat man nämlich Milch, Milch-Kaffee oder Milch-Chocolade auf Metalle zu untersuchen, so versetze man sie mit einigen Tropfen concentrirtem Essig oder Essigsäure und erwärme sie, bis sich der entstehende käseartige Niederschlag gut abge-

setzt hat; hierdurch ist die über den Niederschlag stehende Flüssigkeit so klar und nur so schwach gelblich gefärbt, dafs sie, nachdem sie mit destillirtem Wasser verdünnt und abfiltrirt worden ist, jetzt mit den bekannten Reagentien auf Metalle untersucht werden kann. Die Niederschläge erscheinen mit den ihnen zukommenden Farben. — Hat man sogenannten »schwarzen Kaffee« zu untersuchen, so mufs das braune Infusum vorher schicklich entfärbt werden, ehe die Reagentien angewendet werden können. — Dieses geschieht aber leicht und völlig durch Zusatz von etwas Milch zu dem braunen Infusum, Versetzeu mit etwas concentrirtem Essig und Erwärmen, wodurch die über dem käseartigen Niederschlage stehende Flüssigkeit klar und nun zu den Reactionsversuchen geschickt wird. — Dieses einfache Verfahren ist *bei weitem* den in solchen Fällen gewöhnlich angewendeten, die Flüssigkeit durch Chlor oder Kochen mit Salpetersäure zu entfärben, vorzuziehen. — Allein es genügt nicht blofs, die über dem käseartigen Niederschlage stehende Flüssigkeit zu untersuchen, es mufs auch der käseartige Niederschlag auf Metallgehalt untersucht werden. — Dieses geschieht aber leicht und sicher, wenn der mit destillirtem Wasser völlig ausgesüfste Niederschlag mit reiner Salzsäure von 1,21 spec. Gewicht digerirt wird, wobei gewöhnlich die Auflösung sich bläulich violett färbt; — wird diese Auflösung alsdann mit destillirtem Wasser verdünnt, filtrirt und mit den gewöhnlichen Reagentien auf Metalle untersucht, so finden diese sich dann leicht und ohne besonderen Anstofs. Man vermeide bei allen diesen Untersuchungen die Einwirkung der Salpetersäure oder des Königswassers, da bekannt genug ist, wie störend diese auf fernere Reactionen einwirken. Ich erinnere hierbei an den gelben Niederschlag, der in solchen, mit Salpetersäure oder Königswasser gekochten Flüssigkeiten durch Hineinleiten von Schwefelwasserstoffgas entsteht, und der leicht zu Irrthü-

mern führen kann, da Cadmium, Arsenik, Zinnoxyd und Quecksilber in einer gewissen Beziehung ähnliche gelbe Niederschläge geben. Die Metallverbindungen, mit denen ich die Versuche angestellt habe, waren salpetersaures Silber, schwefelsaures Zink, schwefelsaures Kupfer, essigsaures Blei, Brechweinstein, Zinnchlorür, arsenige Säure. — Stark verdünnte Lösungen dieser Präparate wurden zu Milch, Milch-Kaffee und Milch-Chocolade gesetzt, wodurch äufserlich keine Veränderung wahrnehmbar war. Mit concentrirtem Essig versetzt und erwärmt, wurden sie zersetzt in den käseartigen Niederschlag und in die über dem Präcipitate stehende klare Flüssigkeit. Nur beim Silber färbte sich die klare Flüssigkeit sehr bald rosenroth, später bräunlichroth; eben so färbte sich der anfangs weifse Niederschlag beim Silber mehr und mehr braun, die Niederschläge der übrigen Metalle bleiben weifs. In der vom käseartigen Niederschlage abfiltrirten und mit destillirtem Wasser verdünnten Flüssigkeit fand sich leicht durch die gewöhnlichen Reagentien die Gegenwart der respectiven Metalle, — Silber natürlich ausgenommen, welches als völlig unlösliches weifses Chlorsilber zurückbleibt, und leicht an seiner Auflöslichkeit in Aetzammoniak etc. als solches erkannt werden kann, da es nur mit dem schwerlöslichen Chlorblei verwechselt werden könnte; da hingegen die käseartigen Niederschläge, die durch Kupfervitriol, Brechweinstein, Zinkvitriol, Zinnsalz und arsenige Säure entstanden sind, bei Behandlung mit Salzsäure sich zum gröfsten Theile auflösen und durch ihre Reactionen erkannt werden können. — Ueberhaupt fand ich in allen Fällen, das Verhalten der arsenigen Säure ausgenommen, sowohl in der über dem käseartigen Niederschlage stehenden klaren Flüssigkeit einen Metallgehalt, so wie auch in dem Niederschlage, woraus hervorgeht, dafs bei solchen Untersuchungen sowohl das Präcipitat als auch die darüber stehende Flüssigkeit genau zu untersu-

chen sind. Was das Verhalten der arsenigen Säure anlangt, so fand ich ihr Vorhandenseyn durch die gewöhnlichen Reagentien deutlich in der vom Käse abfiltrirten Flüssigkeit, aber in dem mit destillirtem Wasser völlig ausgesüfsten Käse fand ich sie nicht; war sie also wirklich zu Anfange in dem Niederschlage gewesen, so war sie durch das Aussüfsen entfernt worden, und sie würde sich demnach zu Käsestoff ähnlich verhalten wie die anderen Säuren, die zwar mit ihm unlösliche Verbindungen bilden, aus denen aber durch anhaltendes Aussüfsen die Säure sich wieder entfernen läfst.

Die angegebene Methode der Auffindung von Metallverbindungen in den oben genannten Flüssigkeiten ist demnach *leicht* und *sicher* ausführbar, und bei weitem der Methode durch Verkohlung, Kochen mit Salpetersäure oder Königswasser vorzuziehen, da ja Alles darauf ankommt, so wenig als möglich zerstörend auf die organischen Substanzen zu wirken, damit hierdurch nicht bei den gewöhnlichen Reactionserscheinungen Veränderungen eintreten, die leicht zu Irrthümern führen können.

X. *Ueber den Leukophan; vom Dr. Tamnau.*

Diefs vom Prediger Esmark, zu Brevig, entdeckte und benannte Mineral, von dem ich nur ein einziges kleines Stück bei dem Entdecker sah, gleicht auf das Vollständigste gewissen hellgelben Varietäten des Apatits, besonders denjenigen von Snarum bei Modum. Nach einer Analyse des Prof. Esmark zu Christiania, die derselbe jedoch selbst nicht für genau ausgiebt, soll es viel Phosphorsäure und Mangan enthalten, aber keine Spur von Kalk und Eisen. Sollte sich diefs bestätigen, so würde das Fossil eine eigene Species bilden. Es findet sich in sehr kleinen unbedeutenden Parthien auf Aaroe, einer kleinen Syenitklippe im Brevig-Fiord.

XI. *Chemische Untersuchung eines Kobalterzes von Tunaberg; von F. Varrentrapp.*

Das genannte Mineral hatte Hr. Prof. G. Rose die Güte mir zur Untersuchung mitzutheilen. Es findet sich in derben Parthien in dem Gemenge von Kalkspath, Chlorit und Kupferkies eingewachsen, worin der krystallisirte Kobaltglanz vorkommt, und alle Krystalle des letzteren enthalten gewöhnlich gröfsere oder kleinere Mengen davon eingeschlossen. Es ist klüftig, aber nicht erkennbar spaltbar, im Bruch kleinmuschlig, stahlgrau in's Zinnweifse, stark metallisch glänzend, von der Härte des Feldspaths, und von 7,131 spec. Gew. Farbe und Glanz zeichnen dieses Kobalterz deutlich von dem mitbrechenden Kobaltglanz aus, so dafs es damit nicht zu verwechseln ist. Vor dem Löthrohre verhält es sich ganz wie Speifskobalt; es giebt nämlich, auf der Kohle geröstet, einen starken weifsen Arsenikrauch, in einer offenen Glasröhre erhitzt, bildet es ein Sublimat von arseniger Säure, in einem kleinen Kolben liefert es beim Glühen einen Ring von metallischem Arsenik. Mit Borax und Phosphorsalz giebt das geröstete Mineral eine intensiv blaue Perle. Nach der kürzlich von Plattner [1]) beschriebenen Methode zur Auffindung höchst geringer Mengen von Nickel in Kobalt konnte eine sehr geringe Spur von Nickel nachgewiesen werden.

Die Analyse, die ich in dem Laboratorium des Hrn. H. Rose anstellte, wurde auf zweierlei Weisen ausgeführt. Bei dem ersten Versuche wurde das feingepulverte Mineral mit starker Salpetersäure in einem geräumigen Kolben übergossen. Es entstaud hierbei eine sehr heftige Einwirkung, die man, als sie abzunehmen be-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVI S. 309.

gann, noch durch Kochen so lange unterstützte, bis Alles aufgelöst war. Es ist hierbei sehr zweckmäfsig, nur rauchende Salpetersäure, nicht Königswasser als Lösungsmittel anzuwenden, weil durch Salpetersäure das Arsenik fast nur zu arseniger Säure oxydirt wird, und diese alsdann durch Schwefelwasserstoff weit leichter als die höhere Oxydationsstufe vollständig gefällt werden kann. Die noch kochende Lösung wurde sogleich in viel heifses Wasser gegossen, damit sich nicht etwa die arsenige Säure ihrer Schwerlöslichkeit halber ausscheiden könne, da sie, einmal herauskrystallisirt, selbst in Königswasser nur sehr allmälig gelöst wird. Hierauf wurde eine kleine Menge Schwefel, die sich nicht oxydirt hatte, abfiltrirt, alsdann wurde durch Chlorbaryum die gebildete Schwefelsäure niedergeschlagen, und der aus dem erhaltenen schwefelsauren Baryt berechnete Schwefel dem zuerst erwähnten zugezählt. Der überschüssig zugesetzte Baryt wurde durch Schwefelsäure entfernt, und nun Schwefelwasserstoff zur Fällung der arsenigen Säure in die saure Flüssigkeit geleitet. Nachdem alles überschüssige Schwefelwasserstoff durch längeres Stehen an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur entfernt worden war, wurde das Schwefelarsenik auf einem gewogenen Filtrum gesammelt, getrocknet und gewogen. Die abfiltrirte, nochmals mit Schwefelwasserstoff versetzte Flüssigkeit gab kein Arsenik mehr zu erkennen. Ein Theil des Schwefelarseniks wurde abgewogen, und zur Bestimmung des darin enthaltenen Schwefels mit Königswasser oxydirt. Ein Theil des Schwefels, der sich ausschied, wurde nach längerer Digestion abfiltrirt und bestimmt, in der Flüssigkeit wurde durch Chlorbaryum die gebildete Schwefelsäure gefällt, und durch Abzug der daraus berechneten Menge Schwefel, nebst der zuerst erhaltenen von der abgewogenen Quantität Schwefelarsenik, der Arsenikgehalt in allem erhaltenen Schwefelarsenik berechnet.

Die von dem Schwefelarsenik abfiltrirte stark saure

Flüssigkeit wurde längere Zeit erhitzt, um alles darin enthaltene Eisen, das durch das Schwefelwasserstoff zu Oxydul reducirt war, in Oxyd zu verwandeln. Dann wurde sie mit kohlensaurem Natron gesättigt und durch bernsteinsaures Natron das Eisen gefällt, beim Luftzutritt geglüht, und aus dem erhaltenen Oxyd die in dem Minerale enthaltene Menge Eisen berechnet. Das Eisen war frei von Kobalt, was nur dadurch zu erreichen ist, dafs man den Niederschlag schnell filtrirt und aussüfst. Das Kobalt wurde nun durch kaustisches Kali gefällt, gut ausgesüfst und geglüht. Da aber bei dem Glühen nicht zu vermeiden ist, dafs sich ein Theil zu Superoxyd oxydirt, so wurde ein Theil in einer Reductionsröhre abgewogen, unter fortwährendem Darüberleiten von Wasserstoffgas geglüht, und aus der erhaltenen Menge von metallischem Kobalt die ganze, in dem Mineral enthaltene Quantität berechnet.

Vergebens hatte ich mich zwei Mal bemüht, auf die von Scheerer[1]) angegebene Methode, durch genaues Sättigen der eisen- und kobalthaltigen Flüssigkeit mit kaustischem Kali, bis sich basisches Eisenoxydsalz bildet, und durch Kochen die beiden Metalloxyde vollständig zu trennen. Nach dem Auswaschen fand sich stets wieder Eisenoxyd bei der Kobaltlösung. — Um nicht jedesmal das Arsenik vorher durch Schwefelwasserstoff entfernen zu müssen, was sehr langwierig ist, und um noch einmal den Eisen- und Kobaltgehalt mit möglichster Genauigkeit zu bestimmen, wo möglich noch die geringe Spur Nickel, die durch das Löthrohr angezeigt worden war, auf nassem Wege nachzuweisen, schmolz ich bei diesen Versuchen das Mineral mit einem Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Natron. Das hierdurch erzeugte arseniksaure, schwefelsaure und überschüssig angewandte kohlensaure Alkali konnte durch Wasser leicht

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXII S. 104.

von den Oxyden des Eisens und Kobalts getrennt werden; diese| löste ich alsdann in Chlorwasserstoffsäure und schied sie auf die oben angeführte Weise. Mehrere Versuche, die durch die Löthrohrprobe angedeutete Spur von Nickel auch auf nassem Wege sichtbar zu machen, mifslangen, obgleich ich sowohl auf die von Philipp's angegebene Methode, durch kaustisches Kali aus der viel ammoniakalische Salze enthaltenden Flüssigkeit, als auch auf die von Laugier vorgeschlagene, durch Oxalsäure das Nickeloxyd zu fällen, mich bemühte. Es ist jedoch bekannt, dafs beide Methoden nicht genau sind, und da Hr. Plattner selbst die Güte hatte, den gefundenen Nickelgehalt durch eine Löthrohrprobe zu bestätigen, so mufs wohl angenommen werden, dafs die Scheidungsmethoden auf nassem Wege nicht hinreichend genau sind, um diese kleine Menge anzuzeigen.

Die Zusammensetzung des Minerals ist, nach meinen Analysen, auf Hundert berechnet:

Arsenik	= 69,459
Schwefel	= 0,900
Kobalt	= 23,440
Eisen	= 4,945
	98,744.

Betrachtet man nun den Schwefel als von einer kleinen Menge eingemengten Glanzkobalts herrührend, und berechnet darnach, wie viel Arsenik und Kobalt damit verbunden seyn müfste, so findet man, dafs, um mit 0,9 Schwefel Glanzkobalt zu bilden, 2,025 Arsenik und 1,525 Kobalt nöthig sind. Zieht man diese von den bei der Analyse erhaltenen Mengen ab, und rechnet das den Kobalt ersetzende Eisen zu jenem hinzu (da die Atomgewichte beider Metalle nicht sehr von einander unterschieden sind), so ergiebt sich, dafs 67,434 Arsenik mit 26,860 Kobalt in dem untersuchten Minerale verbunden sind.

Werden diese Verhältnisse auf Hundert berechnet, so erhält man:

67,434 : 26,860 = 71,50 : 28,48.

was so nah als möglich mit den Zahlen übereinstimmt, die aus der Formel des Speifskobalts berechnet werden, denn diese verhalten sich wie 71,81 : 28,19.

Es ergiebt sich hieraus, dafs das Mineral ein grauer Speifskobalt ist, oder ein Biarseniet des Kobalts, in welchem ein Theil des Kobalts durch Eisen ersetzt ist. Der Eisengehalt in dieser Varietät ist etwas gröfser als in dem von Stromeyer, etwas geringer aber als in dem von Hoffmann [1]) untersuchten Speifskobalt.

XII. *Neues Verfahren, um Silberplatten auf eine sehr gleichförmige Weise mit einer beliebig starken Jodschicht zu überziehen;*

von Dr. Ascherson.

Bekanntlich hat Daguerre als die wesentlichste Unvollkommenheit des von ihm erfundenen Verfahrens, deren Abstellung er lebhaft wünscht, den Glanz der dazu verwendeten Metallplatten und die dadurch entstehenden Reflexe bezeichnet. Wenn gleich diese Reflexe das *Vergnügen*, welches die Betrachtung der Lichtbilder gewährt, einigermafsen stören und vermindern können, so giebt es eine viel wichtigere Unvollkommenheit, die den *Nutzen* seiner Erfindung für wissenschaftliche Zwecke im hohen Grade beeinträchtigt: die Schwierigkeit, man kann wohl sagen die Unmöglichkeit, auf die bisher bekannte Weise die Platten mit einer gleichmäfsigen und beliebig starken Jodschicht zu überziehen. Daguerre läfst das Jod in Substanz bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur verdunsten, und setzt die Platten in einem verschlossenen Raume diesen Dämpfen aus. Bei der grofsen specifi-

1) Annalen, Bd. XXV S. 485.

schen Schwere derselben mischen sie sich aber nur sehr unvollkommen mit der atmosphärischen Luft, und die Folge davon ist eine ungleiche Färbung der Silberplatte, d. h. eine ungleiche Dicke der Jodschicht. Zwar läfst sich dieser Fehler bis auf einen gewissen Grad durch Fleifs und Sorgfalt, durch öfteres Umdrehen der Platten u. s. w. vermindern, auch schadet er den Bildern weniger als man denken sollte; allein ganz aufheben läfst er sich nie. Ich habe wenigstens bei meinen zahlreichen Versuchen nie eine Platte aus dem Jodkasten hervorgehen sehen, die nicht entweder in der Mitte oder gegen den Rand hin einzelne stärker gelb gefärbte Stellen gezeigt hätte, auch entsinne ich mich nicht ein einziges Lichtbild gesehen zu haben, an welchem der aufmerksame Beschauer nicht einige Spuren dieser Ungleichheit, wenn gleich oft nur leise, hätte wahrnehmen können. Es leuchtet aber ein, dafs jeder Versuch, das Daguerre'sche Verfahren zu streng wissenschaftlichen Forschungen, z. B. zu photometrischen Untersuchungen, anzuwenden, an der beschriebenen Ungleichheit, so wie an der Unmöglichkeit, zwei Platten von gleicher Empfindlichkeit gegen das Licht herzustellen (denn diese steht mit der Stärke der Jodschicht in genauem, aber umgekehrtem Verhältnifs), nothwendig scheitern mufs.

Es scheint mir daher nicht überflüssig, und des ernsten Zweckes dieser Zeitschrift nicht unwürdig, ein Verfahren mitzutheilen, welches der gerügten Unvollkommenheit abzuhelfen verspricht. Nach manchen vergeblichen Versuchen durch Eintauchen der Platten in eine jodhaltige Flüssigkeit das gewünschte Resultat zu erreichen, gelang es mir endlich dadurch, dafs ich eine solche Flüssigkeit verdunsten liefs, und die Platten den Dämpfen aussetzte. Die Verdunstung des Jods aus einer sehr verdünnten Auflösung erfolgt mit der gröfsten Gleichförmigkeit, und die mangelnde Intensität dieser Verdunstung läfst sich durch grofse Annäherung der Platten so vollständig ersetzen, dafs ich dasselbe Resultat sogar in viel kürzerer Zeit erhielt. Während Daguerre angiebt (*Description des procédés etc., p.* 63), dafs 5 bis 30 Minuten nöthig sind, um eine goldgelbe Jodschicht zu erhalten, gelingt diefs nach meinem Verfahren schon in 1 bis 2 Minuten bei einer gewöhnlichen Temperatur. Die Verdunstungsflüssigkeit besteht aus 3 bis höchstens 4

Tropfen der officinellen Jodtinktur auf 1 Unze oder 2 Eſslöffel Wasser, und läſst sich in einer kurzen Zeit, z. B. einigen Stunden, mehrmals gebrauchen. Das Gefäſs muſs, wenn man nicht mit unnöthig groſsen Mengen operiren will, einen flachen Boden und niedrige, nur zwei bis drei Linien hohe Ränder haben, so daſs die Platte, wenn sie im Niveau des oberen Randes sich befindet, ein bis höchstens zwei Linien von der Oberfläche der Flüssigkeit entfernt bleibt. Zweckmäſsig ist es, wenn das Gefäſs die Form der Platten hat, und gerade so groſs ist als das Brettchen, auf welchem man die Platte mit einigen Stiftchen befestigt hat, so daſs dessen Ränder auf denen des Gefäſses aufliegen, und die Metallplatte frei über der Flüssigkeit schwebt. Gut, jedoch nicht unerläſslich, ist es, wenn der kleine Apparat während der Jodverdunstung mit einem unten offenen Kasten bedeckt wird, um das Licht völlig auszuschlieſsen. In Ermanglung eines passenden Porcellangefäſses, habe ich mich eines selbstgemachten, sehr niedrigen lackirten Pappkästchens mit dem besten Erfolge bedient, und Platten von 4 Zoll Länge und $3\frac{1}{7}$ Zoll Breite mit einer Unze Wasser, also mit drei bis vier Tropfen Jodtinktur, binnen 1 bis 2 Minuten mit einer intensiven goldgelben Jodschicht bedeckt. Um die Gleichförmigkeit dieser Schicht zu prüfen, setzte ich sie so lange dem Lichte aus, bis sie fast schwarz wurde, oder ich lieſs die Platten, statt gelb, dunkelblau anlaufen: allein ich konnte, ungeachtet der dunkeln Färbung nicht die geringste Ungleichheit wahrnehmen, *wenn die Platten nur vorher recht genau gereinigt worden waren.*

Was die Empfindlichkeit der auf die angegebene Weise erzeugten Jodschicht betrifft, so ist sie, wie ich durch zahlreiche Versuche gefunden habe, wie die durch trockne Verdunstung hervorgebrachte, um so gröſser, je dünner die Schicht, und jedenfalls bei gleicher Intensität nicht geringer. Bei Sonnenschein wurden in 8 bis 9 Minuten schon vollkommen scharfe und kräftige Lichtbilder erzielt, und die im Schatten auf blässer gefärbten Platten binnen 20 bis 30 Minuten gewonnenen, schienen an Schärfe und Deutlichkeit die früher hervorgebrachten noch zu übertreffen. Ueberhaupt lassen sich sehr blasse Platten nach dem älteren Verfahren gar nicht darstellen, da bei diesem ein annähernder Grad von Gleich-

förmigkeit nur auf Kosten der Zeit, und folglich nur bei intensiver Jodschicht gewonnen werden kann. Bei dem meinigen dagegen kann man die Jodirung unterbrechen wenn man will, und man wird auch bei der blässesten Färbung immer dieselbe Gleichförmigkeit finden. Es ist bekanntlich nützlich sich zu Versuchen mit schwachem Lichte auch schwach gefärbter Platten zu bedienen, doch findet sich hier eine Gränze; denn das Licht schreibt, wenn man so sagen darf, schneller und leichter auf eine dünne Jodschicht, aber die Schrift ist auch blässer, und deshalb schwerer zu lesen. Sollte es zu manchen Versuchen wünschenswerth seyn, Platten zu haben, auf denen die Intensität der Jodschicht nach einer Seite hin regelmäfsig abnimmt, so läfst sich dieses dadurch erreichen, dafs man die eine Seite des Gefäfses so lange erhöht, bis sich die Jodflüssigkeit gegen den Rand hin verliert. Da alle Bedingungen zu dem hier angegebenen Verfahren, namentlich die Stärke, Temperatur und Quantität der anzuwendenden Flüssigkeit, die Entfernung der Platte von derselben, und die Zeit, während deren sie der Verdunstung ausgesetzt ist, genau mefsbar sind, so darf man sich wohl der Hoffnung hingeben, die Jodschicht von ganz beliebiger Intensität und einmal wie das andere Mal zu erhalten, besonders wenn man durch Anwendung einer schwächeren Flüssigkeit, einer geringeren Temperatur oder eines gröfseren Abstandes, die Zeit des Versuchs auf 5, 6 und mehr Minuten verlängert.

Sollte indessen diese Hoffnung sich nicht völlig bestätigen, so glaube ich doch verbürgen zu dürfen, dafs man immer zwei ganz gleiche Platten wird erlangen können, wenn man sie neben einander auf ein Brett befestigt und dann gleichzeitig wie *eine* Platte den Joddämpfen aussetzt.

Schliefslich bemerke ich noch, dafs wäfsrige Lösungen von Jodkalium oder kohlensaurem Natron, in die man Jod aufgelöst hat, eben so wirken als die weingeistige Jodlösung.

1839. ANNALEN No. 12.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXVIII.

I. *Dreizehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday.*

(Schluſs von S. 461.)

IX. Verhalten des luftleeren Raums zu elektrischen Erscheinungen.

1613. Es würde seltsam seyn, wenn eine Theorie, die alle Erscheinungen der Isolation und Leitung, d. h. alle elektrischen Erscheinungen, auf eine Wirkung angränzender Theilchen bezieht, den als möglich vorausgesetzten Fall eines Vacuum zu vernachlässigen gezwungen wäre. Angenommen, daſs ein Vacuum hervorgebracht werden könnte, würde es in der That sehr interessant seyn zu wissen, wie es sich zu den elektrischen Erscheinungen verhalte; und, da Schellack und Metall einander direct entgegengesetzt sind, ob, wenn ein Vacuum beiden gegenübergestellt wird, keine Leitung oder Vertheilung durch dasselbe hin stattfinde. Morgan sagt, ein Vacuum leite nicht [1]). H. Davy schloſs aus seinen Untersuchungen, daſs, so vollkommen er ein Vacuum darstellen konnte, es leite; allein er betrachtete die von ihm dargestellten Vacua nicht als absolut [2]). Bei dergleichen Versuchen glaube ich die leuchtende Entladung hauptsächlich an der Innenfläche des Glases beobachtet zu haben, und es scheint nicht ganz unwahrscheinlich, daſs, wenn das Vacuum nicht leitet, es doch die ihn begränzende Glasoberfläche thut.

1) *Phil. Transact.* 1785, *p.* 272.

2) Ebendaselbst, 1822, p. 64.

1614. Einmal, als ich glaubte, die Vertheilungskraft wirkte in geraden Linien, hoffte ich diese wichtige Frage dadurch aufzuhellen, dafs ich Versuche über die Vertheilung mit Metallspiegeln (blofs als leitende Gefäfse angewandt) anstellte; sie waren bei Nacht gegen einen sehr heiteren Himmel gerichtet und von solcher Concavität, dafs von dem untersten Theil derselben *n* aus (Fig. 29 Taf. I Bd. XXXXVII) nur das Firmament sichtbar seyn konnte. Solche Spiegel, wenn sie z. B. durch Verbindung mit einer Leidner Flasche, elektrisirt, und durch eine Tragekugel untersucht wurden, gaben in einem Zimmer an dem untersten Theil ihrer Concavität mit Leichtigkeit Elektricität; allein ich hoffte, dafs sie, unter den zuvor angegebenen Umständen, wenig oder gar keine Elektricität geben würden, wenn die Atmosphäre oben wirklich durch ein Vacuum begränzt ist. Die Hoffnung wurde vereitelt; denn ich erhielt so viel Elektricität wie zuvor; fand aber in der Entdeckung der krummlinigen Vertheilungswirkung (1231) eine volle und genügende Erklärung des Resultats.

1615. Meine Theorie, so weit ich sie aufgestellt habe, behauptet nicht über die Folgerungen hinsichtlich eines Vacuums zu entscheiden. Sie ist bis jetzt noch nicht durch Versuche mit leeren oder anders beschaffenen Räumen (*spaces void of matter or those of other kinds*) hinreichend abgerundet (*limited*), oder genau, um anzugeben, was in einem Vacuum geschehen werde. Bis jetzt habe ich mich nur bemüht festzustellen, was alle Thatsachen zu beweisen scheinen, dafs, wenn elektrische Erscheinungen, wie die der Vertheilung, Leitung, Isolation und Entladung, vorkommen, sie bedingt und erzeugt werden durch die Wirkung *angränzender* Körpertheilchen, dabei das nächste Theilchen als ein angränzendes betrachtet; und ich habe ferner angenommen, dafs diese Theilchen polarisirt werden, dafs jedes zwei Kräfte oder die Kraft in zwei Richtungen besitzt (1295. 1298), und dafs sie

nur durch Wirkung auf die *angränzenden* und intermediären Theilchen in die Ferne wirken.

1616. Allein angenommen, dafs in die Bahn der Vertheilungslinien (1304) ein Vacuum trete, so folgt nicht aus dieser Theorie, dafs die Theilchen auf der anderen Seite desselben nicht auf einander wirken könnten. Gesetzt es sey einem positiv elektrisirten Theilchen möglich, im Mittelpunkt eines Vacuums von einem Zoll Durchmesser zu existiren, so hindert nichts in meiner Theorie das Theilchen in der Entfernung von einem halben Zoll auf alle die Gränzfläche der Kugel bildende Theilchen zu wirken, mit einer Kraft gemäfs dem bekannten Gesetze der Quadrate der Entfernung. Wäre aber die zollgrofse Kugel mit isolirender Substanz gefüllt, dann würde das elektrisirte Theilchen, nach meiner Ansicht, nicht unmittelbar auf die entfernten Theilchen wirken, sondern auf die nächst anliegenden und seine *ganze* Kraft zu deren Polarisirung verwenden, erzeugend in ihnen auf der zugewandten Seite eine negative, und auf der abgewandten eine positive Kraft, beide von gleichem Betrage mit seiner eigenen positiven Kraft, von denen jene abgewandte Kraft in gleicher Weise auf die nächstfolgenden Lagen von Theilchen wirkte, so dafs zuletzt diejenigen Theilchen auf der Oberfläche der Kugel von einem halben Zoll im Durchmesser, auf welche, wenn die Kugel ein Vacuum wäre, *direct* eingewirkt würde, von dem Theilchen in der Mitte oder der Quelle der Wirkung eine *indirecte* Einwirkung erfahren, d. h. in derselben Weise und mit gleichem Kraftbetrage polarisirt werden.

§. 19. Natur des elektrischen Stroms.

1617. Das Wort *Strom* ist in der gewöhnlichen Sprache so bezeichnend, dafs wir es, bei Anwendung auf die Betrachtung elektrischer Erscheinungen schwer-

lich genugsam von seiner Bedeutung entkleiden oder uns vor dessen Einflufs auf unser Urtheil hüten können (283. 511). Ich werde es in seinem gewöhnlichen elektrischen Sinne gebrauchen, nämlich als allgemeinen Ausdruck für einen gewissen Zustand und eine gewisse Beziehung von als wandernd vorausgesetzten elektrischen Kräften.

1618. Ein Strom wird erzeugt sowohl durch Erregung als durch Entladung, und wie auch diese beiden allgemeinen Ursachen abgeändert werden mögen: der Erfolg bleibt derselbe. So kann die Erregung auf verschiedene Weise geschehen, durch Reibung, chemische Wirkung, Einflufs der Wärme, Aenderung des Zustands, Vertheilung u. s. w.; und die Entladung hat die Formen von Leitung, Elektrolysirung, zerreifsender Entladung und Fortwanderung; dennoch scheint der mit diesen Vorgängen verknüpfte Strom, wenn er auftritt, in allen Fällen derselbe zu seyn. Diese Beständigkeit in dem Charakter des Stroms, ungeachtet der in seinen Vorkommnissen zu machenden besonderen und grofsen Mannigfaltigkeiten, ist ungemein auffallend und wichtig. Die Untersuchung und Entwicklung derselben verspricht den zugänglichsten und vortheilhaftesten Weg zum wahren und tiefen Verständnifs der Natur der elektrischen Kräfte zu eröffnen.

1619. Bis jetzt haben die Erscheinungen des Stroms nichts meiner Ansicht über die Natur der Vertheilung als eine Wirkung angränzender Theilchen Widersprechendes dargeboten. Ich habe mich bemüht, mich von Vorurtheilen zu befreien und nach Widersprüchen umzusehen, habe indefs in der leitenden, elektrolytischen, fortführenden und zerreifsenden Entladung keinen finden können.

1620. Betrachtet als *Ursache* übt der Strom sehr aufserordentliche und verschiedenartige Kräfte aus, nicht

blofs in seiner Bahn und in den Körpern, worin er vorkommt, sondern auch seitwärts, wie bei den inductiven und magnetischen Erscheinungen.

1621, *Elektrolytische Wirkung.* — Eine seiner directen Wirkungen ist die Ausübung rein chemischer Kraft, ein gegenwärtig ziemlich umfassend untersuchter Gegenstand; es ergab sich, dafs sie *beständig* und *fest* ist in Betracht der Menge der entladenen elektrischen Kraft (783 u. s. w.), und überdiefs, dafs die erforderte *Intensität* in Beziehung steht zu der zu überwältigenden Verwandtschaft oder Kraft (*forces*) (904. 906. 911). Der Strom und seine Erfolge sind hier proportional; der eine kann zur Repräsentation des andern angewandt werden; kein Theil des Effects von beiden ist verloren oder gewonnen, so dafs der Fall ein strenger ist, und doch ist es genau der Fall, welchen die Lehre, dafs die Vertheilung eine Wirkung angränzender Theilchen sey, am schlagendsten erläutert (1164. 1343.).

1622. Der Proceſs der elektrolytischen Entladung scheint mir sehr analog oder vielleicht in seiner Natur identisch zu seyn mit einem andern Entladungsproceſs, welcher auf dem ersten Blick sehr verschieden davon erscheint, ich meine die *Fortführung*. Bei dieser können die Theilchen ellenweit durch ein Zimmer wandern, können Winde in der Luft erzeugen, so stark, um Maschinen zu bewegen, und in Flüssigkeiten, wie Terpenthinöl, sogar die Hand schütteln (*shake*) und schwere metallische Körper fortführen [1]); und doch sehe ich nicht, dafs die Kraft, sey es in der Art noch in der Wirkung, irgend verschieden wäre von der, durch welche ein Wasserstoff-

1) Wenn man ein drei bis vier Zoll tiefes Metallgefäfs, welches Terpenthinöl enthält, isolirt und elektrisirt, und einen Stab mit einem Knopf von einem Zoll und mehr in Durchmesser in die Hand nimmt, so wird man, nach Eintauchung des Knopfs in die Flüssigkeit, wenn man ihn hin und her führt, bald die erzeugte mechanische Kraft verspüren.

theilchen ein Sauerstofftheilchen verläfst, um zu einen andern zu gehen, oder durch welche ein Sauerstofftheilchen in entgegengesetzter Richtung wandert.

1623. Wandernde Lufttheilchen können eben so gut chemische Veränderungen bewirken als der Contact einer festen Platin-Elektrode oder als der einer sich verbindenden Elektrode (*combining electrode*) oder als die Jonen eines zersetztwerdenden Elektrolyten (453. 471); und bei dem früher beschriebenen Versuch, wo acht Zersetzungsorte durch Einen Strom thätig gemacht wurden, und die in Bewegung begriffenen geladenen Lufttheilchen die einzigen elektrischen Mittel zur Verknüpfung dieser Theile des Stromes bildeten (469), scheint mir die Wirkung der Theilchen des Elektrolyten und der Luft wesentlich dieselbe zu seyn. Ein Lufttheilchen wurde positiv gemacht; es wanderte in einer bestimmten Richtung, traf einen Elektrolyten und theilte ihm seine Kräfte mit; einen gleichen Betrag von positiver Kraft erlangte demgemäfs ein anderes Theilchen (der Wasserstoff), und das letztere, so geladen, wanderte, wie es das frühere that, und in derselben Richtung, bis es zu einem anderen Theilchen kam, diesem Theilchen seine Kraft und Bewegung übertrug, und so dasselbe thätig machte. Obwohl nun das Lufttheilchen einen sichtbaren und manchmal grofsen Raum durchwandert, während das Theilchen des Elektrolyten nur einen ungemein kleinen zurücklegt; obwohl das Lufttheilchen aus Sauerstoff, Stickstoff oder Wasserstoff bestehen könnte und seine Ladung von einer sehr intensiven Kraft empfängt, während das elektrolytische Theilchen des Wasserstoffs eine natürliche Fähigkeit zur äufserst leichten Annahme des positiven Zustands besitzt; obwohl das Lufttheilchen durch den einen Procefs mit sehr wenig Elektricität von sehr hoher Intensität geladen seyn könnte, während das Wasserstofttheilchen mit viel Elektricität von sehr geringer Intensität geladen werden mag; — so sind diefs doch

für die endliche Entladungswirkung nicht Unterschiede in der Art, sondern nur im Grade, nicht wesentliche Unterschiede, welche Dinge ungleich machen, sondern solche Unterschiede, die Dingen von ähnlicher Natur jene grofse Mannigfaltigkeit verleihen, durch welche sie für ihren Dienst im System des Universums geschickt werden.

1624. Wenn sonach ein Theilchen von Luft oder in ihr schwebendem Staub, elektrisirt an einer negativen Spitze, sich vermöge des Einflusses vertheilender Kräfte (1572) zu der nächsten positiven Fläche bewegt, und nach der Entladung fortgeht, so scheint es mir genau das Sauerstofftheilchen vorzustellen, welches, nachdem es in dem Elektrolyten negativ gemacht worden, durch dieselbe Disposition der vertheilenden Kräfte fortgetrieben, und, zu der positiven Platin-Elektrode gehend, daselbst entladen wird, sich dann fortbegebend, wie es die Luft oder der Staub zuvor that.

1625. *Wärme* ist ein anderer directer Effect des *Stroms* auf Substanzen, in denen er vorkommt, und es wird für die Beziehung der elektrischen und wärmenden Kräfte eine sehr wichtige Frage, ob die letztere immer von festem Betrage sey [1]). Es giebt viele Fälle, selbst unter den ohne Zersetzung leitenden Körpern, welche einer solchen Annahme entgegen sind [2]), doch giebt es auch viele, welche anzeigen, es sey, innerhalb gehöriger Gränzen, die erzeugte Wärme bestimmt. Harris hat diefs, bei Anwendung gemeiner Elektricität, für eine gegebene Länge des Stroms in einem Metalldraht gezeigt [3]), und

1) Siehe De la Rive's Untersuchungen. *Bibl. univers.* 1829, *XL*, *p.* 40. (Ann. Bd. XV S. 257.)

2) Unter andern: Davy, *Philosoph. Transactions*, 1821 *p.* 438. Peltier's wichtige Resultate, *Annales de chimie*. 1834, *T. LVI p.* 371 (dies. Ann. Bd. XXXXIII S. 324) und Becquerel's nicht wärmender Strom. *Biblioth. univers.* 1835, *T. LX p.* 218. (Ann. Bd. XXXVII S. 433.)

3) *Phil. Transact.* 1824, *p.p.* 225, 228.

De la Rive hat dasselbe für Volta'sche Elektricität durch seine schöne Anwendung von Bréguet's Thermometer bewiesen [1]).

1626. Bei der Wärme-Erregung in Elektrolyten, die in Zersetzung begriffen, sind die Resultate verwikkelter. Wichtige Schritte in der Untersuchung dieses Zweiges des Gegenstandes sind von De la Rive [2]) und Anderen [3]) gemacht worden, und es ist mehr als wahrscheinlich, dafs, innerhalb richtiger Gränzen, auch hier beständige und bestimmte Resultate erhalten werden.

1627. Ein höchst wichtiger Punkt im Charakter des Stroms, ein wesentlich mit seiner wahren Natur verknüpfter, besteht darin, dafs er immer derselbe ist. Die zwei Kräfte sind überall in ihm. Niemals ist blofs Ein Strom von Kraft oder Eine Flüssigkeit vorhanden. Jeder Theil des Stroms kann, was das Daseyn der beiden Kräfte daselbst betrifft, als genau derselbe mit jedem andern Theil betrachtet werden; und die zahlreichen Versuche, welche deren mögliche Trennung andeuten (*imply*), so wie die täglich gebrauchten Ausdrücke, welche dieſs annehmen, sind, glaube ich, im Widerspruch mit Thatsachen (511 etc.). Es scheint mir eben so unmöglich, blofs einen Strom von positiver Kraft oder blofs einen von negativer Kraft, oder beide zugleich, aber den einen vorwaltend über den andern, anzuneh-

1) *Annal. de chim.* 1836, *LXII p.* 177. (Ann. Bd. XXXX S. 379.)

2) *Bibl. univers.* 1829, *XL*, *p.* 49, und Ritchie, *Phil. Transact.* 1832, *p.* 296.

3) Besonders sind hier die Untersuchungen vom Dr. Rieſs (Annalen, Bd. XXXX S. 321, Bd. XXXXIII S. 47, Bd. XXXXV S. 1), zu nennen, da sie ohne Widerrede unter allen über die Wärmewirkung der Elektricität angestellten allein für gründlich und genügend gelten können. *P.*

men, als es unmöglicht ist, der Materie eine absolute Ladung zu ertheilen (1169. 1177).

1628. Die Ueberzeugung von dieser Wahrheit, wenn sie, wie ich glaube, eine Wahrheit ist, oder andererseits die Widerlegung derselben, ist von gröfster Wichtigkeit. Sind wir im Stande als erstes Princip festzustellen, dafs die Centra der beiden Kräfte oder Kraftelemente niemals um eine merkliche Entfernung, oder jedenfalls nicht weiter als der Raum zwischen zwei angränzenden Theilchen (1615) getrennt werden können, oder vermögen wir das Entgegengesetzte zu erweisen: wie viel klarer wird unsere Ansicht seyn von dem, was vor uns liegt, um wie viel weniger schlüpfrig (*embarrassed*) der Boden, den wir zur Erreichung desselben zu überschreiten haben, als im Fall wir uns zwischen zwei Meinungen halten müssen! Und wenn wir, mit diesem Gefühle, jeden auf diesen Punkt abzielenden Versuch, so weit unsere Vorurtheile es zulassen (1161), strenge prüfen, statt mit einem theoretischen Ausdruck zu schnell über ihn hinwegzugehen: haben wir da nicht mehr Wahrscheinlichkeit, die bare (*real*) Wahrheit zu erreichen, und von da mit Sicherheit zu dem uns bis jetzt Unbekannten fortzuschreiten?

1629. Ich sage diese Dinge nicht, weil ich hoffe, eine besondere Ansicht aufzustellen, sondern um die Aufmerksamkeit Derer, die den Gegenstand zu untersuchen und zu beurtheilen fähig sind, zu dem hinzulenken, was ein Wendepunkt in der Theorie der Elektricität seyn mufs, zu einer Scheidung zweier Wege, von welchen nur der eine richtig seyn kann; und ich hoffe, es wird mir erlaubt seyn, etwas weiter einzugehen in die Thatsachen, die mich zu der eben gegebenen Ansicht hingetrieben haben.

1630. Wenn ein Draht in der Volta'schen Kette erhitzt wird, so steigt häufig die Temperatur zuerst und am meisten an einem Ende. Entspränge diese Erscheinung aus irgend einer Relation des Positiven oder Ne-

gativen in Bezug auf den Strom, so würde sie ungemein wichtig seyn. Ich untersuchte deshalb mehre solcher Fälle; allein wenn ich, die Berührungen des Drahts und seine Lage gegen benachbarte Körper ungeändert lassend, die Richtung des Stromes umkehrte, fand ich die Wirkung unverändert bleibend, ein Beweis, dafs sie nicht von der Richtung des Stroms, sondern von andern Umständen abhing. So ist also hier kein Beweis von einem Unterschiede zwischen einem Theil der Kette und einem andern.

1631. Derselbe Punkt, d. h. die Gleichförmigkeit in jedem Theil, kann erläutert werden durch das, was sich, wenn der Strom besondere Effecte hervorbringt, als seine unerschöpfliche Natur betrachten läfst; denn diese Effecte hängen nur von Uebertragung ab, und verzehren nicht die Kraft. So erhitzt ein Strom, der einen Zoll Platindraht erhitzt, auch hundert Zoll (853 Anmerkung). Wenn ein Strom in einem constanten Zustand gehalten wird, zersetzt er die Flüssigkeit, sey es in Einem Voltameter oder in zwanzig andern in die Kette gebrachten, in jedem zu gleichem Betrage mit dem in einem einzigen.

1632. Bei Fällen von zerreifsender Entladung, wie im Funken, giebt es ferner häufig einen dunkeln Theil (1422), welcher vom Prof. Johnson neutraler Punkt genannt worden ist [1]), und diefs hat den Gebrauch von Ausdrücken veranlafst, welche andeuten, dafs daselbst zwei Elektricitäten getrennt existiren, welche, zu jenem Punkt gehend, sich vereinigen und gegenseitig neutralisiren [2]). Versteht man aber solche Ausdrücke so, als bewegte sich wirklich die positive Elektricität allein zwischen der positiven Kugel und jener Stelle, und die negative Elektricität nur zwischen der negativen Kugel und

1) Silliman's Journal, XXV, 1834; p. 57.

2) Thomson, *on Heat and Electricity*, p. 471.

jener Stelle: in welchen sonderbaren Zuständen müfsten sich dann diese Theile befinden, Zustände, die, meiner Ansicht nach, in jeder Hinsicht den wirklich vorkommenden ungleich sind! In solchem Fall bestände der eine Theil des Stroms blofs aus positiver Elektricität, die sich in einer Richtung bewegte, der andere blofs aus negativer Elektricität, die sich in umgekehrter Richtung bewegte, und ein dritter bestände aus einer Anhäufung beider Elektricitäten, die sich in keiner Richtung bewegten, sondern mit einander vermischten, und in einer Relation zu einander ständen, gänzlich verschieden von irgend einer, die in den beiden ersten Theilen der Entladung vorausgesetzt werden könnte. Diefs scheint mir nicht natürlich zu seyn. Welche Form die Entladung auch annehme, oder welchen Theil der Kette oder des Stroms man auch betrachte, so wird doch in einem Strom eben so viel positive Kraft in der einen Richtung ausgeübt als negative in der andern. Wenn dem nicht so wäre, so würden wir nicht blofs positiv und negativ elektrisirte Körper haben, sondern zuweilen den einen mit fünf, zehn, oder zwanzig Mal so viel positiver oder negativer Elektricität geladen finden als den andern. Bis jetzt ist jedoch eine solche Thatsache nicht bekannt.

1633. Selbst für fortführende Entladungen mufs der Satz, dafs der Strom überall derselbe sey, in der That richtig seyn (1627); denn wie könnten sonst die früher beschriebenen Resultate stattfinden? Als Luftströme die Entladungsweise zwischen den mit Jodkalium oder Glaubersalz befeuchteten Papierstücken constituirten (465. 469), trat Zersetzung ein, und seitdem habe ich mich überzeugt, dafs die Abscheidung des Jods oder der Säure dieselbe ist, es mag ein Strom von positiver Luft von einem Orte ausgehen, oder einer von negativer dahingehen, während die umgekehrten Ströme Alkali ausscheiden. So verhält es sich auch bei den magnetischen Versuchen (307); geschehe die Entladung durch Einführung

eines Drahts, oder das Auftreten eines Funken, oder den Uebergang fortführender Ströme entweder in dieser oder jener Richtung (*way*) (abhängig von dem elektrisirten Zustand der Theilchen), so ist doch das Resultat dasselbe, und in allen Fällen von der Vollkommenheit des Stromes abhängig.

1634. Der Querschnitt eines Stromes, verglichen mit andern Querschnitten desselben Stroms, mufs also eine constante Gröfse seyn, wenn die ausgeübten Wirkungen von gleicher Art sind; oder wenn sie von ungleicher Art sind, müssen die Formen, unter welchen die Effecte erzeugt werden, zu einander aequivalent seyn und sich experimentell nach Belieben in einander verwandeln lassen. Es ist also in den Querschnitten, wo wir die Identität der elektrischen Kraft suchen müssen, selbst in Querschnitten von Funken und fortführenden Wirkungen, so gut wie in denen von Drähten und Elektrolyten.

1635. Zur Erläuterung des Nutzens und der Wichtigkeit der Feststellung dessen, was das wahre Princip seyn mag, will ich ein Paar Fälle anführen. Die Lehre von der Unipolarität, wie sie früher aufgestellt, und, glaube ich, allgemein verstanden ward [1]), ist offenbar unverträglich mit meiner Ansicht vom Strom (1627), und die späteren, von Erman [2]) und Anderen beschriebenen sonderbaren Erscheinungen an Polen und Flammen sind es nicht minder. Gäbe es einen unipolaren Körper, d. h. solchen, der blofs die eine und nicht die andere Elektricität leiten könnte: welch wahrhaft neue Charaktere wären wir dann nicht berechtigt in den sie

1) Erman, *Annales de chimie*, 1807, *T. LXI p.* 115 (Gilb. Ann. Bd. XXII S. 14). Davy's *Elements*, *p.* 168. Biot, *Encycl. Brit. Supp. IV p.* 444. Becquerel, *Traité*, *T. I p.* 167. De la Rive, *Bibl. univers.* 1837, *T. VII p.* 392. (Ann. Bd. XXXXII S. 99.)

2) Erman, *Ann. de chim.* 1824, *T. XXV p.* 278. Becquerel, *ibid. T. XXXVI p.* 329.

durchdringenden Strömen von Einer Elektricität zu erwarten, und wie sehr müfsten sie abweichen, nicht blofs von dem gewöhnlichen Strom, in welchem wir beide Elektricitäten als gleichzeitig zu gleichem Betrage vorhanden und in entgegengesetzten Richtungen wandernd annehmen, sondern auch von einander? Die Thatsachen, obwohl vortrefflich, sind jedoch allmälig von Becquerel [1]), Andrews [2]) und Anderen richtiger erklärt; und, wie ich erfahre, hat Professor Ohm [3]) in seiner genauen Untersuchung all der Phänomene das Werk vollendet, indem er gezeigt, dafs nicht nur ähnliche Erscheinungen bei guten Leitern stattfinden können, sondern auch bei der Seife u. s. w. viele der Erscheinungen blofse Folgen der durch elektrolytische Action entwickelten Körper sind.

1636. Ich schliefse daher, dafs die *Thatsachen*, auf welche die Unipolarität gegründet ward, nicht im Widerspruch stehen mit jener Einheit und Untheilbarkeit des Charakters, welche, wie ich behauptete, der Strom besitzt, eben so wenig als die Erscheinungen der Säule selbst, welche wohl einen Vergleich mit denen der uni-

1) Becquerel, *Annal. de chim.* 1831, *T. XLVI p.* 238.

2) Andrews, *Philosoph. Magaz.* 1836, *IX, p.* 182 (Annalen, Bd. XXXXIII S. 310.)

3) Schweigger's Journal, 1830, Bd. 59 S. 385. — Nicht deutsch verstehend, bekenne ich mit ungemeinem Bedauern, dafs mir die vielen in dieser Sprache veröffentlichten, sehr werthvollen Aufsätze über experimentelle Elektricität nicht zugänglich sind, ich ihnen also keine Gerechtigkeit widerfahren lassen kann. Ich ergreife auch diese Gelegenheit, um noch einen Umstand anzuführen, der mir grofse Sorge macht, und, wie ich erfahre, den Schein einer Rücksichtslosigkeit gegen die Arbeiten Anderer auf mich wirft, nämlich den allmäligen Verlust des Gedächtnisses seit einigen Jahren. Oft, wenn ich gegenwärtig einen Aufsatz lese, entsinne ich mich, dafs ich ihn schon zuvor gesehen; und ich würde mich erfreut haben, wenn ich seiner zur rechten Zeit mich erinnert und im Fortgang meiner eignen Aufsätze erwähnt hätte. *M. F.*

polaren Körper ertragen, ihr entgegen sind. Wahrscheinlich stehen die Erscheinungen, welche als Fälle von Unipolarität angesehen wurden, so wie die schon erwähnten (1480. 1525) besonderen Verschiedenheiten der positiven und negativen Oberfläche bei Entladungen in Luft, Gasen und anderen Di-elektricis, in beträchtlicher Relation zu einander [1]).

1637. Neuerlich hat De la Rive eine eigenthümliche und merkwürdige Wirkung der Wärme auf den zwischen Elektroden und einer Flüssigkeit übergehenden Strom beschrieben [2]). Sie besteht darin, dafs, wenn Platin-Elektroden in gesäuertes Wasser tauchen, durch Erwärmung oder Erkältung der positiven Elektrode keine Veränderung in dem übergehenden Strom hervorgebracht wird, dafs dagegen eine Erwärmung der negativen Elektrode die Ablenkung der Galvanometernadel von 12° auf 30° und selbst 45° erhöht, während eine Erkältung derselben den Strom in demselben Maafse sehr bedeutend schwächt.

1638. Dafs die eine Elektrode diese auffallende Beziehung zur Wärme habe, und die andern ganz ohne dieselbe sey, schien mir eben so unverträglich mit meiner Ansicht vom Charakter des Stroms als mit der von Unipolarität (1627. 1635), und ich ging daher mit einiger Besorgnifs an die Wiederholung des Versuchs. Die von mir angewandten Elektroden waren von Platin, der Elektrolyt war Wasser, das etwa ein Sechstel seines Gewichts Schwefelsäure enthielt, die Batterie bestand aus zwei Plattenpaaren von Platin und amalgamirtem Zink, in verdünnter Schwefelsäure stehend, und das Galvanometer

1) Siehe auch Hare in Silliman's Journ. XXIV, p. 246.

2) *Bibl. univers.* 1837, *VII*, *p.* 388. (Annalen, Bd. XV S. 107 und Bd. XXXXII S. 99.)

in der Kette hatte zwei Nadeln, und gab bei Schliefsung der Kette Ablenkungen von 10° bis 12°.

1639. Unter diesen Umständen bewirkte eine Erhitzung irgend einer der Elektroden eine Verstärkung des Stroms, die Erhitzung beider bewirkte dasselbe in höherem Maafse. Wenn beide heifs waren und eine abgekühlt wurde, nahm der Strom nach Verhältnifs ab. Das Verhältnifs der Wirkung, je nachdem diese oder jene Elektrode erhitzt wurde, war verschieden; allein im Ganzen schien Erhitzung der negativen den Uebergang des Stroms etwas mehr zu begünstigen als Erhitzung der positiven. Gleichgültig war es übrigens, ob die Erwärmung von unten durch eine Flamme, oder von oben mittelst des Löthrohrs, durch heifses Eisen oder glühende Kohlen geschah.

1640. Nachdem ich so die Schwierigkeit für meine Ansicht vom Strom aus dem Wege geräumt hatte, setzte ich diesen sonderbaren Versuch nicht weiter fort. Wahrscheinlich rührt die Verschiedenheit zwischen meinen und De la Rive's Resultaten von den relativen Werthen der angewandten Ströme her; denn ich wandte nur einen schwachen an, wie er aus zwei Paaren Platten von 2 Zoll Länge und 0,5 Zoll Breite entspringt, wogegen De la Rive vier Paar Platten von 16 Quadratzoll Oberfläche gebrauchte.

1641. Elektrische Entladungen in der Atmosphäre unter der Form von Feuerkugeln sind hin und wieder beschrieben worden. Dergleichen Erscheinungen scheinen mir unverträglich mit Allem, was wir von der Elektricität und ihren Entladungsweisen wissen. Da Zeit ein Element in dem Effect ist (1418. 1436), so ist es vielleicht möglich, dafs eine elektrische Entladung wirklich als Kugel von Stelle zu Stelle rückt; allein da jeder Um-

stand zeigt, dafs ihre Geschwindigkeit fast unendlich, und ihre Dauer aufserordentlich klein ist, so ist es unmöglich, dafs das Auge etwas anderes als eine Lichtlinie sehe. Feuerkugeln mögen in der Atmosphäre erscheinen, ich will es nicht läugnen, dafs sie aber irgend etwas mit der Entladung der gewöhnlichen Elektricität zu thun haben, oder irgend wie mit Blitzen oder atmosphärischer Elektricität zusammenhängen, ist noch als zweifelhaft.

1642. Alle diese und viele andere Betrachtungen helfen den mehr als einmal gezogenen Schlufs bestätigen, dafs der Strom ein untheilbares Ding ist, eine Axe von Kraft (*power*) in welcher in jedem ihrer Theile beide elektrische Kräfte (*forces*) zu gleichem Betrage vorhandeu sind [1]) (517. 1627). Bei der Leitung und Elektrolysirung, und selbst bei der Funken-Entladung wird eine solche Ansicht harmoniren, ohne irgend einer vorhergefafsten Meinung zu schaden; allein bei der Fortführung tritt ein überraschenderes Resultat auf, welches daher betrachtet werden mufs.

1643. Wenn zwei Kugeln, A und B, entgegengesetzt elektrisirt und innerhalb ihres gegenseitigen Einflusses gehalten werden, so wird, im Moment, wo man sie gegen einander bewegt, ein Strom, oder das was wir darunter verstehen, hervorgebracht. Mag sich nun A gegen B oder B in umgekehrter Richtung gegen A bewegen, so erfolgt ein Strom, und in beiden Fällen in gleicher *Richtung*. Werdeu A und B von einander bewegt, so wird ein *Strom* oder werdeu aequivalente Effecte in entgegengesetzter Richtung erzeugt.

1644.

1) Ich freue mich hier die von Hrn. Christie mit Magneto-Elektricität erhaltenen Resultate (*Phil. Transact.* 1833, *p.* 113 Note) anführen zu können. In Betreff des Stroms in einem Draht bestätigen sie Alles was zuvor behauptet worden.

1644. Da nun Ladung nur durch Vertheilung existirt (1178. 1299), und ein Körper, wenn er elektrisirt ist, nothwendig mit andern, im entgegengesetzten Zustand befindlichen Körpern in Relation steht, so werden, wenn man eine Kugel in der Mitte eines Zimmers elektrisirt und darauf in irgend einer Richtung bewegt, Effecte erzeugt, wie wenn ein *Strom* in derselben Richtung existirt hätte (um die übliche Ausdrucksweise zu gebrauchen), oder, wenn man die Kugel negativ elektrisirt und dann bewegt, werden Effecte hervorgebracht, wie wenn ein Strom von entgegengesetzter Richtung mit der der Bewegung gebildet worden wäre.

1645. Von einem einzelnen Theilchen oder von zweien gilt, was ich zuvor von vielen gesagt habe (1633). Wenn die frühere Erklärung von Strömen richtig ist, so mufs das eben Angegebene ein nothwendiges Resultat seyn. Und wiewohl die Angabe zuerst stutzig machen kann, so ist doch zu erwägen, dafs, nach meiner Vertheilungstheorie, der geladene Leiter oder das geladene Theilchen mit dem entfernten im entgegengesetzten Zustand befindlichen, oder dem den Bereich der Vertheilung begränzenden Leiter durch alle intermediären Theilchen verknüpft ist (1165. 1295), indem die letzteren genau so polarisirt werden wie die Theilchen eines starren Elektrolyten zwischen den beiden Elektroden. Folglich ist der Schlufs hinsichtlich der Einheit und Einerleiheit des Stromes im Fall der Fortführung, vereint mit den früheren Fällen, nicht so seltsam als er anfänglich erscheinen mag.

1646. Bei der elektrolytischen Entladung giebt es eine merkwürdige Erscheinung, die, glaube ich, von Hrn. Porrett [1]) zuerst beobachtet worden ist, nämlich die Anhäu-

1) *Annals of Philosophy*. 1816, *VIII*, *p.* 75.

fung der von dem Strom zersetzt werdenden Flüssigkeit an der einen Seite einer eingeschalteten Scheidewand. Es ist ein mechanischer Vorgang, und da die Flüssigkeit in allen bekannten Fällen von der positiven Elektrode zu der negativen geht, so scheint er eine Beziehung zu dem Polarisationszustand des den Strom leitenden Di-elektricums zu errichten (1164. 1535). Er ist bis jetzt noch nicht hinlänglich untersucht; denn De la Rive sagt, er erfordere, dafs das Wasser ein schlechter Leiter, also destillirtes Wasser, sey, und trete bei starken Lösungen nicht ein [1]), wogegen Dutrochet das Gegentheil behauptet, und sagt, dafs die Erscheinung nicht direct vom elektrischen Strom abhange [2]).

1647. Becquerel hat die Gründe für und wider die Meinung, dafs der Vorgang ein elektrischer sey, in seinem *Traité de physique* zusammengestellt [3]). Obwohl ich für jetzt keine entscheidende Thatsache anzuführen weifs, so kann ich doch nicht umhin die Meinung auszusprechen, dafs der Vorgang sowohl der Verbindung als der Fortführung (1623) analog ist, dafs es einen Fall von Fortführung darstellt, herrührend von der Relation der Scheidewand und der sie berührenden Flüssigkeit, durch welche gemeinschaftlich die elektrische Entladung vollzogen wird, und dafs die schon angeführte (1482. 1503. 1525) besondere Relation von positiven und negativen, kleinen und grofsen Oberflächen die directe Ursache seyn mag, dafs die Flüssigkeit und die Scheidewand in entgegengesetzten, aber bestimmten Richtungen wandern (*may be the direct cause of the fluid and the diaphragm travelling in contrary but determinate*

1) *Ann. de chim.* 1825, *XXVIII*, *p.* 196.

2) *Ann. de chim.* 1832, *XLIX*, *p.* 423.

3) *Vol. IV p.* 197. 192.

directions). Ein in dieser Hinsicht sehr schätzbarer Versuch mit Thon ist von Hrn. Becquerel angestellt [1]).

1648. *So lange* die Worte *Strom* und *elektro-dynamisch* gebraucht werden, um diejenigen Relationen der elektrischen Kräfte, bei welchen eine Fortschreitung beider Fluide oder Effecte vorkommend angenommen wird (283) auszudrücken, *so lange* wird auch die Idee von Geschwindigkeit mit ihnen verknüpft seyn, vielleicht noch specieller bei Annahme der Hypothese von einer oder mehren Flüssigkeiten.

1649. Hieraus entsprang der Wunsch, diese Geschwindigkeit entweder geradezu oder durch einen von ihr abhängigen Vorgang zu messen, und unter denen, die diefs direct versuchten, können besonders Dr. Watson i. J. 1748 [2]) und Wheatstone i. J. 1834 [3]) genannt werden. Bei den früheren Versuchen setzte man voraus, die Elektricität werde den Apparat von einem Ende zum andern durchlaufen; bei den späteren scheint man zuweilen eine Unterscheidung gemacht zu haben zwischen der Transmission des Effects und der des angenommenen Fluidums, dessen Theilchen durch ihre Bewegung jenen Effect hervorbringen.

1650. Die elektrolytische Action hängt mit der Frage über die Geschwindigkeit des Stromes merkwürdig zusammen, besonders verbunden mit der von einer oder mehren elektrischen Flüssigkeiten. Bei ihr geschieht offenbar, mit der Uebertragung eines jeden Theilchens des Anions oder Kathions auf die nächsten Theilchen des Kathions oder Anions, eine Uebertragung von Kraft; und da der Betrag der Kraft bestimmt ist, so haben wir

1) *Traité de physique*, *I*, *p.* 285.

2) *Phil. Transact.* 1748.

3) *Ibid.* 1834, *p* 583. (Ann. Bd. XXXIV S. 464.)

auf diese Weise Mittel, die Kraft gleichsam zu lokalisiren (*localizing*), durch das Theilchen zu identificiren und in successive Portionen auszutheilen (*dealing out*), was, glaube ich, zu sehr auffallenden Resultaten führt.

1651. Gesetzt, dafs Wasser durch die Kräfte einer Volta'schen Batterie zersetzt werde. Jedes Wasserstofftheilchen, so wie es sich in einer Richtung bewegt, oder jedes Sauerstofftheilchen, so wie es in entgegengesetzter wandert, führt einen gewissen Betrag von elektrischer Kraft, die mit ihm in der Form von chemischer Verwandtschaft (822. 852. 918) verbunden ist, vorwärts durch eine Strecke, welche gleich ist der, die das Theilchen selbst zurückgelegt hat. Diese Fortführung ist begleitet von einer entsprechenden Bewegung der elektrischen Kräfte in jedem Theil der Kette (1627. 1634), und ihre Effecte können in jeglichen, noch so fernen Querschnitten des Stroms, z. B. durch die Erwärmung eines Drahts (853) abgeschätzt werden. Ist das Wasser ein Würfel von einem Zoll in Seite, haben die Elektroden jede einen Quadratzoll Oberfläche und einen Zoll Abstand, so kann man annehmen, dafs während ein Zehntel oder 25,25 Gran des Wassers zersetzt wird, die Sauerstoff- und Wasserstofftheilchen sich, innerhalb der ganzen Masse, um einen Zehntelzoll in entgegengesetzter Richtung bewegt haben, d. h. dafs zwei anfangs verbundene Theilchen nach der Bewegung einen Zehntelzoll auseinanderstehen. Anderweitige Bewegungen in der Flüssigkeit werden diefs Resultat durchaus nicht stören; denn sie haben keine Macht die elektrische Entladung zu beschleunigen oder zu verzögern, haben in der That nichts mit ihr zu schaffen.

1652. Die Elektricitätsmenge in 25,25 Gran Wasser beträgt, nach einer früher (861) von mir gemachten Abschätzung der Kraft, nahe 24 Millionen Ladungen einer grofsen Leidner Batterie, oder würde einen Platindraht von $\frac{1}{10\,000}$ Zoll Dicke und irgend einer Länge an-

derthalb Stunden lang rothglühend erhalten (853). Diefs, obwohl nur als eine Annäherung gegebene Resultat habe ich keinen Grund gehabt zu ändern, und ist im Allgemeinen durch die Versuche und Resultate von Pouillet bestätigt [1]). Nach Wheatstone's Versuchen würden die Wirkungen des Stroms innerhalb einer Secunde in einer Entfernung von 576 000 engl. Meilen erscheinen [2]). Wir haben also, nach dieser Betrachtungsweise, auf der einen Seite eine ungeheure Menge Kraft, dem zerstörendsten Gewitter gleich, die augenblicklich in 576 000 engl. Meilen von ihrer Quelle erscheint, und auf der andern Seite, eine stille Wirkung, zu deren Ausübung die Kraft anderthalb Stunden gebraucht, um eine Strecke von einem Zehntelzoll zurückzulegen; und doch sind diefs Aequivalente zu einander, Wirkungen, die an den Querschnitten eines und desselben Stroms beobachtet werden (1634).

1653. Es ist Zeit, dafs ich die Aufmerksamkeit auf die Seiten- oder Querkräfte des *Stromes* lenke. Die grofsen Entdeckungen Oersted's, Arago's, Ampère's, Davy's, De la Rive's und Anderer, so wie der hohe Grad von Vereinfachung, welche durch die Theorie von Ampère darin eingeführt worden ist, haben diesen Zweig der Wissenschaft nicht nur ungemein rasch gefördert, sondern ihm auch eine solche Aufmerksamkeit gesichert, dafs es nicht nöthig ist, zu dessen Verfolgung aufzufordern. Ich meine natürlich die magnetischen Wirkungen und deren Beziehungen; sie ist die einzige bekannte Seitenwirkung des Stroms; allein man hat starken Grund zu glauben, dafs es noch andere giebt, die durch ihre Entdeckung das Suchen nach ihnen belohnen würden (951).

1) Becquerel, *Traité*, *V*, *p.* 278. (Ann. Bd. XXXXII S. 303.)

2) *Phil. Transact.* 1834. (Ann. Bd. XXXIV S. 464.)

1654. Die magnetische oder transversale Richtung des Stroms scheint in einem sehr aufserordentlichen Grade unabhängig zu seyn von den Veränderungen oder Wirkungsweisen, welche er direct darbietet; sie hat deshalb um so mehr Werth für uns, als sie uns eine höhere Relation von Kraft (*relation of power*) giebt, denn irgend eine andere, die mit der Entladungsweise sich verändert haben würde. Diese Entladung, geschehe sie nun durch Leitung in einem Draht mit unendlicher Geschwindigkeit (1652) oder durch Elektrolysirung mit der entsprechenden und ungemein langsamen Bewegung (1651) oder durch Funken, vielleicht selbst durch Fortführung, erzeugt eine transversale magnetische Wirkung, die in der Art und Richtung immer dieselbe ist.

1655. Verschiedene Experimentatoren haben gezeigt, dafs, bei einer Entladung von *gleicher Art*, der Betrag der seitlichen oder magnetischen Kraft sehr constant ist (366. 367. 368. 376.). Vergleichen wir indefs Entladungen verschiedener Art, des wichtigen Zweckes halber, um zu ermitteln, ob derselbe Betrag des Stroms in seinen *verschiedenen Formen* denselben Betrag von Querwirkung ausübe, so finden wir die Angaben sehr unvollständig. Davy giebt an, dafs der elektrische Strom, während er durch eine wäfsrige Lösung geht, auf die Nadel wirkt [1]), und Ritchie sagt, der Strom in dem Elektrolyt sey so magnetisch als der in dem Metalldraht, und er brachte Wasser um einen Magnet zur Rotation, wie ein den Strom leitender Draht rotiren würde [2]).

1656. Zerreifsende Entladung bringt ihre magnetischen Effecte hervor. Ein starker Funke quer über eine Stahlnadel geleitet, magnetisirt dieselbe, wie wenn die Elektricität des Funkens durch einen in die Entladungslinie gelegten Draht geleitet worden wäre. Und Sir

1) *Phil. Transact.* 1821, *p.* 426.

2) *Ibid.* 1832, *p.* 294. (Ann. Bd. XXVII S. 552.)

Humphry Davy hat gezeigt, dafs im Vacuo die Entladung einer Volta'schen Batterie eine Einwirkung und Bewegung von genäherten Magneten erfährt [1]).

1657. So stimmen denn die drei sehr verschiedenen Entladungsweisen: Leitung, Elektrolysirung und zerreifsende Entladung, darin überein, dafs sie das wichtige Transversalphänomen des Magnetismus hervorbringen. Ob auch die Fortführung oder fortführende Entladung dasselbe Phänomen erzeugt, ist noch nicht ermittelt, und die wenigen Versuche, die ich bis jetzt zu machen Zeit hatte, erlauben mir nicht die Frage zu bejahen.

1658. Nachdem ich in der Betrachtung des Stroms und in dem Bemühen, die Erscheinungen desselben als Beweise der Wahrheit oder Trüglichkeit der von mir aufgestellten Vertheilungstheorie anzuwenden, bis zu diesem Punkt gekommen bin, fühle ich mich sehr aufgelegt zu einigen Speculationen über die Seitenwirkung desselben und deren möglichen Zusammenhang mit dem Querzustand der gewöhnlichen Vertheilungslinien (1165. 1304). Lange suchte ich und suche noch nach einem Effect oder Zustand, der für die statische Elektricität das wäre, was die magnetische Kraft für die strömende Elektricität ist; denn da die Entladungslinien mit einem gewissen Transversal-Effect verknüpft sind, so schien es mir unmöglich, dafs nicht auch die Linien der Spannung oder Vertheilungswirkung, welche der Entladung nothwendig vorhergehen müssen, ihren entsprechenden Transversal-Zustand oder Effect (951) haben sollten.

1659. Nach der schönen Theorie von Ampère kann die Querkraft eines Stroms vorgestellt werden durch ihre Anziehung eines gleichlaufenden Stroms und ihre Abstofsung eines entgegengesetzten Stroms. Kann nun nicht die entsprechende Querkraft der statischen Elektri-

1) *Phil. Transact.* 1821, *p.* 427.

cität vorgestellt werden durch jene seitliche Spannung oder Abstofsung, welche die Linien der Vertheilungswirkung zu besitzen scheinen? (1304). Wenn ferner zwischen zwei Körpern, die zuvor in vertheilenden Beziehungen zu einander standen, ein Strom oder eine Entladung eintritt, so werden die Linien der Vertheilungskraft schwächer (*will weaken and fade away*), und da ihre seitliche repulsive Spannung abnimmt, ziehen sie sich zusammen und verschwinden zuletzt in der Entladungslinie. Könnte diefs nicht ein mit der Anziehung zwischen gleichlaufenden Strömen identischer Effect seyn? d. h. könnte nicht der Uebergang der statischen Elektricität in strömende, und der Uebergang der Seitenspannung der Linien der Vertheilungskraft in Seiten-Anziehung der Linien gleichgerichteter (*similar*) Entladungen in derselben Beziehung und Abhängigkeit stehen und einander parallel laufen?

1660. Die Vertheilungs-Erscheinungen, die ich vor einigen Jahren das Glück hatte zwischen Strömen zu entdecken (6 ff. 1048) kann hier vielleicht ein Verbindungsglied in der Reihe der Effecte bilden. Wenn ein Strom entsteht sucht er in aller umgebenden Materie einen Strom von entgegengesetzter Richtung zu erzeugen, und wenn diese Materie Leitungsfähigkeit besitzt und sonst von geeigneter Beschaffenheit ist, wird ein solcher Strom erzeugt. Wenn dagegen ein solcher Strom aufhört, sucht er in der ganzen Umgebung einen Strom von gleicher Richtung zu erregen, und bringt ihn in leitender Substanz von gehöriger Anordnung wirklich hervor.

1661. Obwohl wir nun die Effecte nur in dem Theil der Materie wahrnehmen, welcher in der Nachbarschaft ist und Leitungsfähigkeit besitzt, so ist es mir doch nach Hypothese sehr wahrscheinlich, dafs auch nichtleitende Materie ihre Relationen zu der störenden Ursache habe und von ihr eine Einwirkung erleide, obgleich wir diese bis jetzt nicht entdeckt haben. Hin und wie-

der ist gezeigt worden, dafs die Relation der Leiter und Nichtleiter nicht eine von entgegengesetzter Art, sondern blofs eine im Grade verschiedene sey (1363. 1603); und deshalb ist es hiedurch so gut wie durch andere Gründe wahrscheinlich, dafs das, was auf einen Leiter wirkt, auch wirkt auf einen Isolator, und dasjenige hervorbringt, was den Namen des elektrotonischen Zustands verdient (60. 242. 1114).

1662. Es ist das Gefühl der Nothwendigkeit eines gewissen Seitenverbands zwischen den Linien der elektrischen Kraft (1114), des Mangels eines gewissen, bisher nicht wahrgenommenen Gliedes in der Kette der Wirkungen, was mich zur Aeufserung dieser Speculationen antreibt. Dasselbe Gefühl hat mich häufig veranlafst, isolirende Di-elektrica von ungleichen Vertheilungsfähigkeiten (1270. 1277) so zwischen Magnetpole und durch Drähte gehende Ströme zu bringen, dafs sie die Linien der magnetischen Kräfte kreuzen mufsten. Ich habe solche Körper in Ruhe und in Bewegung angewandt, ohne bis jetzt irgend einen von ihnen hervorgebrachten Einflufs entdecken zu können; allein ich halte diese Versuche nicht für genau genug, und beabsichtige sie im Kurzen entscheidender zu machen.

1663. Ich glaube die hypothetische Frage kann für jetzt folgendermafsen gestellt werden: Können Betrachtungen, wie die schon allgemein ausgedrückten (1658), die Querwirkungen elektrischer Ströme erklären? Stehen zwei solcher Ströme blofs durch die Vertheilungsfähigkeit der zwischen ihnen befindlichen Körpertheilchen in Relation mit einander, oder sind sie in Relation durch eine höhere Qualität und Condition (1654), welche, wie die Schwerkraft, in die Ferne und nicht durch intermediäre Theilchen wirkend, keine Relation zu ihnen hat?

1664. Ist letzteres der Fall, dann sind, wenn Elektricität auf und in Materie wirkt, ihre directe und ihre transversale Wirkung wesentlich verschieden in ihrer Na-

tur; denn die erste wird, wenn ich nicht irre, auf angränzenden Theilchen beruhen, die letztere aber nicht. Wie ich zuvor gesagt, mag dem so seyn, und ich neige für jetzt zu dieser Ansicht; allein ich möchte rathen darüber nachzusinnen, warum dem nicht so seyn mag, damit die Frage durch und durch erwogen werde.

1665. Die Querkraft hat einen Charakter von Polarität. In der einfachsten Gestalt erscheint sie als Anziehung oder Abstofsung, je nachdem die Ströme gleiche oder entgegengesetzte Richtungen besitzen. Im Strom und im Magnet nimmt sie die Beschaffenheit von Tangentialkräften an, und in Magneten und deren Theilchen erzeugt sie Pole. Seit den Versuchen, die mich überzeugt haben, dafs die Polarkräfte der Elektricität, wie bei der Vertheilung und elektrolytischen Action (1298. 1343) nur vermöge angränzender polarisirter und dazwischenliegender Theilchen in die Ferne wirken, bin ich zu der Erwartung geführt, dafs *alle Polarkräfte* in derselben allgemeinen Weise wirken, und die übrigen Arten von Erscheinungen, welche mit diesem Gegenstand in Verbindung gebracht werden können, scheinen geeignet diese Erwartung zu verstärken. So werden bei Krystallisationen die Erscheinungen von Theilchen zu Theilchen verpflanzt, und auf diese Weise entsteht in Essigsäure oder gefrierendem Wasser ein Krystall von wenigen Zollen oder selbst eine Gruppe von einem Fufs in weniger als einer Secunde, allein allmälig und durch eine Transmission der Kraft von Theilchen zu Theilchen. So weit ich mich erinnere giebt es, aufser dem in Rede stehenden, keinen Fall von Polar-Action oder keinen daran theilnehmenden, wo die Wirkung nicht durch angränzende Theilchen geschehe [1]). Es ist scheinbar die Natur der Polarkräfte, dafs diefs der Fall sey; denn die

1) Unter angränzenden (*contiguous*) Theilchen verstehe ich die, welche einander am nächsten sind, nicht dafs *kein* Raum zwischen ihnen sey (1616).

eine Kraft findet oder entwickelt die entgegengesetzte Kraft nahe bei sich, und hat daher keine Gelegenheit sie in der Ferne zu suchen.

1666. Verlassen wir indefs die hypothetischen Betrachtungen über die Natur der Seitenwirkung und kehren zu den directen Wirkungen zurück, so glaube ich, dafs die in diesem und den beiden vorhergehenden Aufsätzen untersuchten und beurtheilten Erscheinungen die anfangs (1164) gefafste Ansicht zu bestätigen trachten, nämlich dafs die gewöhnliche Vertheilung und die davon abhängigen Wirkungen herrühren von einer Wirkung der angränzenden Theilchen auf das Di-elektricum zwischen den geladenen Flächen oder Theilchen, welche gleichsam die Gränzen des Effects ausmachen. Der grofse Punkt der Unterscheidung und Macht (wenn sie eine hat) in der Theorie ist, dafs sie das Di-elektricum von wesentlicher und specifischer Wichtigkeit macht, statt es gleichsam einen blofs zufälligen Umstand oder einen Stellvertreter des Raums seyn zu lassen, der auf die Erscheinungen nicht mehr Einfluſs hat als der Raum, den es einnimmt. Ich besitze noch andere, mit gegenwärtiger Theorie verknüpfte Resultate und Ansichten über die Natur der elektrischen Kräfte und deren Erregung und wenn sie nicht durch fernere Betrachtungen bei mir im Werthe sinken werden, will ich sie sehr bald zu einer neuen Reihe dieser elektrischen Untersuchungen anordnen.

II. *Untersuchungen über die Hervorrufung der Phosphorescenz und über verschiedene Eigenschaften des elektrischen Funkens;* von Hrn. *Edmund Becquerel.*

(*Biblioth. univ. N. S. T. XX p.* 344.)

I. Phosphorescenz, erzeugt durch den in der Luft unter verschiedenem Druck überspringenden elektrischen Funken.

Boyle ist, glaube ich, der Erste, welcher die Phosphorescenz organischer Substanzen unter der Glocke der Luftpumpe zu beobachten versucht hat. Er sah, dafs in dem Maafse als die Luft verdünnt wurde, der Lichtschein von phosphorescirenden Hölzern und Fischen abnahm, und endlich bei völliger Luftleere ganz verschwand. Er schlofs daraus, die Luft sey nothwendig zur Erzeugung des Phänomens. Dessaignes bemerkte überdiefs, dafs in dem Act der Phosphorescenz organischer Körper Kohlensäure gebildet werde, und diese Körper nur leuchtend werden in Mitteln, wo die Bildung dieser Säure möglich ist. Mein Vater schlofs daraus, es würden die organischen Körper sehr wahrscheinlich dadurch leuchtend, dafs sich die durch langsame Einwirkung ihrer Bestandtheile auf die äufseren Agentien entwickelten Elektricitäten wieder vereinigten. Andererseits weifs man seit lange, dafs Mineralkörper, nachdem sie einige Zeit dem Tageslicht ausgesetzt worden, in der Luft wie im barometrischen Vacuo glänzend phosphoresciren, unter andern der Canton'sche und Bologneser Leuchtstein, der Diamant u. s. w.

Um zu sehen, ob der Lichtschein der phosphorescirenden Substanzen im Vacuo rascher abnehme als in der Luft, brachte ich geglühte Austerschalen in zwei Schälchen, und stellte sie, nachdem sie dem Tageslicht aus-

esetzt worden, die eine unter die Glocke der Luftumpe, die andere daneben unter eine mit Luft gefüllte Glocke. Beim schnellen Auspumpen der Luft sah ich lie Phosphorescenz der Austerschalen nicht merklich abehmen, und nach Verlauf einer Viertelstunde war das Licht der Austerschalen, so weit ich mit den Augen urtheilen konnte, in beiden Schälchen gleich.

Um mich zu überzeugen, ob das elektrische Licht die Körper eben so im Vacuo phosphorescirend mache wie das Sonnenlicht, brachte ich eine Gypsplatte auf die oben in einer Glocke befindliche Oeffnung, so dafs sie dieselbe genau verschlofs, und pumpte die Glocke aus, nachdem ich einige Centimeter unterhalb der Platte ein mit geglühten Austerschalen gefülltes Schälchen gestellt hatte. Als ich darauf oberhalb der Gypsplatte, in der Luft, den Funken von der Entladung einer Batterie von achtzehn Flaschen überschlagen liefs, wurden die Austerschalen stark leuchtend. Ich liefs nun die Luft hinein und entlud abermals die bis zu demselben Grad geladene Batterie; die Austerschalen wurden nicht glänzender wie zuvor.

Ich habe eine Platte Gyps angewandt, weil diese Substanz, nach den Untersuchungen meines Vaters und Hrn. Biot's, die phosphorescirende Eigenschaft des elektrischen Lichts fast gänzlich durchläfst [1]).

Die von mir angewandten Austerschalen waren mit Schwefelcalcium geglüht. Dieser Phosphor (*pyrophore*) giebt bekanntlich durch Insolation wie durch den elektrischen Funken ein äufserst lebhaftes grüngelbes Licht.

Bei vorgenannten Versuchen sprang der elektrische Funke in Luft über; ich wollte nun auch sehen, was im Vacuo vorginge.

Nachdem ich ein mit Austerschalen gefülltes Schälchen unter die Glocke der Luftpumpe gestellt hatte, liefs

1) Diese Untersuchungen sollen in einem der nächsten Hefte mitgetheilt werden. *P.*

ich, einige Centimeter über ihrer Oberfläche, in verdünnter Luft, die Ladung der Batterie überschlagen. Die Austerschalen wurden schwach leuchtend; mehre Entladungen bewirkten dasselbe. Nach Einlassung von etwas Luft, und nach einer abermaligen Entladung leuchteten sie stärker; endlich als die Luft wieder ganz unter die Glocke gelassen wurde, waren sie, nach dem elektrischen Funken, sehr phosphorescirend. Dieser Versuch gab bei mehrmaliger Wiederholung mit Austerschalen und mit grünem Flufsspath dieselben Resultate.

Um dem Einwurfe zu begegnen, als seyen die Austerschalen vermöge der durch eine Reihe von Funken bewirkten Erregbarkeit phosphorescirender geworden, nahm ich wenig leuchtenden Bologneser Leuchtstein (geglühten Schwerspath), brachte ihn unter die Glocke, und liefs über ihm, in Abstande von mehren Centimetern, sowohl in Luft von gewöhlicher Dichtigkeit als in verdünnter Luft, die Entladungen einer bis zu 60° des Kugel-Elektrometers geladenen Batterie hinwegstreichen. Dieser Phosphor wurde nur merkbar leuchtend, wenn die Funken in der Luft unter gewöhnlichem Druck überschlugen; er blieb fast dunkel, wenn die Entladung durch verdünnte Luft ging.

Um den Lichtschein der Austerschalen mit etwas Genauigkeit zu vergleichen, wenn der Funke in Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit und in verdünnter oder verdichteter Luft übersprang, wandte ich den Taf. I Fig. 8 abgebildeten Apparat an.

AB, *CD* sind zwei Glaskugeln, mit Löchern an den Seiten, durch welche die Kupferstäbchen *ab*, *cm*, *nd*, *ef* gehen, die zur Verpflanzung der Entladung in das Innere bestimmt sind. Die beiden Stäbchen *cm*, *nd* gemeinschaften mit einander, und *ef* steht mit dem Boden in Leitung, so dafs, wenn man *ab* mit dem inneren Belege der Batterie verbindet, der Funke gleichzeitig in beiden Kugeln überspringt.

ab geht durch eine Stopfbüchse, und kann hinein- oder herausgeschoben werden, bis der gleichzeitig in beiden Kugeln überschlagende Funke, die in *A* und *B* befindlichen Austerschalen gleich stark phosphorescirend macht. Man verbindet nun eine Luftpumpe mit der Kugel *CD*, verdünnt die Luft darin und läfst Funken zwischen den Kupferstäbchen überschlagen. Man sieht dann, nach der Entladung, die bei *D*, in verdünnter Luft, befindlichen Austerschalen weit weniger leuchten als die bei *B* in Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit. Statt in *CD* die Luft zu verdünnen, verdichte man sie nun durch eine Compressionspumpe bis zu 3 oder 4 Atmosphären. Bewirkt man darauf, ohne an dem System der Stäbchen etwas zu ändern, eine Entladung, so sieht man dagegen hernach, dafs die Austerschalen bei *D*, in der verdichteten Luft, stärker phosphoresciren als die bei *B* in Luft unter dem gewöhnlichen Druck.

Nach diesen Versuchen ist nicht mehr zu zweifeln erlaubt, dafs der Luftdruck auf die Hervorrufung des Phänomens Einfluſs hat. Der Druck macht aber nicht die Austerschalen leuchtender, sondern ändert den elektrischen Funken ab. Aus den angeführten Thatsachen kann man schliefsen, dafs, wenn man eine stets bis zu demselben Grad geladene Batterie entladet, und zwar nach einander in Luft unter geringerem und unter gröfserem Druck als der atmosphärische, der erfolgende Funke solchergestalt abgeändert wird, dafs seine Ausstrahlung verschiedenen Substanzen eine schwächere oder stärkere Phosphorescenz einprägt als unter gewöhnlichem Druck. Längst weifs man, dafs, wenn man elektrische Funken im Vacuo überschlagen läfst, ihr Licht weit weniger intensiv ist als in Luft unter gewöhnlichem Druck; und Davy hat gezeigt, dafs, je weniger materielle Theilchen in den vom Funken durchsprungenen Mitteln vorhanden sind, desto schwächer das Licht dieses Funkens ist; ich mufs indefs bemerken, dafs wenn man Entla-

dungen sehr starker Batterien durch das pneumatische Vacuum überschlagen läfst, das Licht des erfolgenden Funkens eben so lebhaft scheint wie in Luft unter gewöhnlichem Druck.

Der Mangel an Mitteln zur Vergleichung der Lichter dieser Art ist Ursache, dafs ich nicht den Intensitätsgrad des phosphorischen Scheins vergleichen konnte. Aus demselben Grunde ist die Wirkung auf die Austerschalen, wenn eine der Kugeln mit Kohlensäure unter dem gewöhnlichen Luftdruck gefüllt worden, fast dieselbe wie in Luft unter demselben Druck. Zwar herrscht zwischen den Funken in Luft und in Kohlensäure ein Unterschied, der, wie Faraday bemerkt hat [1]) von der Natur der Gase herrührt; allein er ist nicht so stark, dafs er sich durch eine ungleiche Erregung der Phosphorescenz in Austerschalen in wahrnehmbarer Weise äufsert.

II. Ueber die Phosphorescenz durch Temperatur-Erhöhung.

Canton, einer der ersten Physiker, die sich mit der Phosphorescenz der Mineralien durch Temperatur-Erhöhung beschäftigten, bemerkte, dafs sein Phosphor, sobal der nicht den Sonnenstrahlen ausgesetzt gewesen, durch Wärme nicht leuchtend werde, eine Eigenschaft, die sich auch bei andern künstlichen Phosphoren findet, wenn man statt der Sonnenstrahlen den elektrischen Funken anwendet, wie Hr. Pearsall gethan [2]). Es scheint demnach als wirke das Sonnenlicht (*radiation de la lumière solaire*) oder das elektrische Licht auf die Austerschalen in der Art, dafs es ihnen eine neue Molecular-Anordnung gebe; in diesem Fall, wie mein Vater glaubt, vereinigen sich die entwickelten Elektricitäten wieder und bilden den Lichtschein. Gute Leiter würden nicht phosphorescirend seyn, wie es die Erfahrung lehrt, weil die durch die Wir-

1) Ann. Bd. XXXXVII S. 537.

2) Ann. Bd. XX S. 252 und Bd. XXII S. 566. *P.*

Wirkung des Sonnenlichts entwickelten Elektricitäten sich, nachdem sie eine gewisse Spannung erreicht, unmittelbar wieder vereinigen würden.

Ein Beweis, dafs die Phosphorescenz von einer neuen Molecular-Anordnung herrührt, liegt darin, dafs die verschiedenen Varietäten des Flufsspaths nur dann durch Wärme zum Phosphoresciren gebracht werden können, wenn sie farbig sind, obwohl sie dieselbe chemische Zusammensetzung haben. Pearsall hat farblosem Flufsspath dadurch, dafs er ihn elektrischen Entladungen aussetzte, die Veilchenfarbe des natürlichen violetten Flufsspaths mitgetheilt, und gefunden, dafs er dann, wie dieser, durch Wärme phosphorescirend ist. Bekanntlich werden auch Austerschalen, die, nachdem sie dem Lichte ausgesetzt und darauf in's Dunkle gebracht worden, daselbst allmälig verblichen sind, wieder leuchtend, wenn man sie erwärmt.

Ich wollte wissen, ob eine grofse Temperatur-Erniedrigung die Phosphorescenz der Austerschalen schwäche; und die Erfahrung bejahte diese Frage. Von Austerschalen, die durch Insolation phosphorescirend gemacht, wurde ein Theil in einem Schälchen bis —20° C. erkaltet, der andere in einem Schälchen der gewöhnlichen Temperatur ausgesetzt. Es zeigte sich, dafs die kalt gehaltenen Austerschalen ihre Phosphorescenz schneller als die anderen verloren.

Nun setzte ich eine Portion geglühter Austerschalen in gewöhnlicher Temperatur, und eine andere in einer Kältemischung auf einige Zeit dem Sonnenlichte aus und brachte sie darauf in's Dunkle. Beide gaben, selbst nach einer Viertelstunde, einen gleich starken Lichtschein. Als indefs die in der Kältemischung befindliche erloschen war, und man sie darauf in gewöhnliche Temperatur brachte, wurde sie phosphorescirend, aber nur auf kurze Zeit; erhöhte man dann ihre Temperatur, kam der Schimmer wieder zum Vorschein.

Schüttet man frisch geglühte Austerschalen auf eine ungefähr bis 100° oder 200° erhitzte Feuerschaufel, setzt sie darauf dem Sonnenlicht aus und bringt sie sogleich wieder in's Finstere, so zeigen sie nur einen schwachen und bald verschwindenden Lichtschein. Ist die Schaufel rothglühend, so werden sie nicht mehr phosphorescirend durch das Licht.

Hieraus ersieht man, dafs die Bestrahlung nach der Temperatur verschieden wirkt, dafs, je niedriger diese ist, die Körper desto stärker vom Lichte erregt werden [1]).

III. Wirkung elektrischer Entladungen auf Drähte von sehr geringem Durchmesser.

Nairne hat eine Thatsache beobachtet, die vielleicht nicht genug beachtet worden ist. Leitet man nämlich eine starke elektrische Entladung durch einen sehr dünnen Draht von Eisen oder Silber, der lang genug ist, um blofs zu glühen, so findet man nach der Entladung, dafs er an Länge abgenommen hat, ohne sein Gewicht zu ändern. Diefs deutet auf eine Verkürzung des Drahts und eine Zunahme seines Durchmessers. Bei Wiederholung dieses Versuchs mit Platindrähten von 0,072 Millimeter Durchmesser, beobachtete ich eine Verkürzung; allein nach mehren Entladungen tritt eine andere Wirkung hinzu, von der ich weiterhin sprechen werde.

Statt den Draht zwischen den Klemmen eines allgemeinen Ausladers (*exitateur universel*) auszuspannen,

1) Die Erregung könnte vielleicht in allen Temperaturen gleich seyn. Die Körper leuchten nämlich, wie Seebeek gezeigt (Göthe's Farbenlehre, II, S. 709), schon während der Bestrahlung, und wenn daher dieselbe in hoher Temperatur weniger wirksam erscheint, so könnte diefs daher rühren, dafs sie in hoher Temperatur ihre Phosphorescenz rascher verlieren. Das Sonnenlicht selbst mufs, indem es die Körper erwärmt, einen Theil seiner Phosphorescenz erregenden Wirkung scheinbar vernichten. *P.*

hing ich ihn an einem Faden in einer Klemme auf, und befestigte an dem andern Ende eine kleine Bleikugel von hinreichendem Gewicht, um den Faden straff zu ziehen. Diese Kugel ruhte auf einem Kupfergestell mit beweglichem Fufs, so dafs man es beliebig heben und senken konnte. Diese Vorrichtung hatte nur den Zweck, das bei Ausspannung zwischen den Klemmen des Ausladers erfolgende Reifsen des Drahts nach seiner Verkürzung zu verhüten.

Als ich durch den $0^{mm},072$ dicken Platindraht die Entladung einer bis 60° des Quadranten-Elektrometers (*électromètre à balles*) geladenen Batterie von 18 Flaschen leitete, erhielt ich:

Ursprüngl. Länge des Drahts.	Länge derselben nach den Entladungen nach einer	nach zwei	nach drei	nach fünf	Mittlere Verkürzung durch jede Entladung.	Verhältn. der Wirkung zur Länge.
$85^c,3$	$84^c,5$	$83^c,3$	$82^c,2$	$80^c,5$	$0^c,96$	0,0117.

Mit einem andern Draht von gleichem Durchmesser:

Ursprüngl. Länge.	Länge nach zwei Entladungen.	Verkürzung.	Verhältnifs der Verkürzung zur Länge.
70^c	$68^c,5$	$0^c,75$	0,0107.

In Luft ist also für Platindrähte von $0^{mm},072$ Durchmesser die mittlere Verkürzung gleich 0,0112.

Bei einem Draht von $0^{mm},093$ Durchmesser fand sich eine Verkürzung von 0,0052 der Länge.

Ursprüngl. Länge d. Drahts.	Länge nach zwei Entladung.	Verkürzung für 1 Entlad.	Verhältnifs der Verkürzung zur Länge.	Mittel.
$51^c,5$	$50^c,9$	$0^c,3$	$0^c,0058$	0,0052
$49^c,5$	$49^c,05$	$0^c,225$	$0^c,0046$	

Vergleicht man die mittleren Verkürzungen beider Drähte, so hat man $\frac{107}{52}=2,06$. Das umgekehrte Verhältnifs der Durchmesser ist 1,20, wovon der Cubus

2,19 oder nahe $\frac{107}{52}$ ist. Man kann also die Verkürzungen sehr feiner Platindrähte als nahe den umgekehrten Verhältnissen des Würfels der Halb- oder Durchmesser der Drähte proportional betrachten.

Ein Versuch mit einem $0^{mm},112$ dicken Silberdraht und mit Entladungen der immer bis 60° des Quadranten-Elektrometers geladenen Batterie gab eine Verkürzung von 0,0048.

Ich wollte versuchen, ob die Verkürzung der Drähte in verdünnter Luft wie in Luft unter gewöhnlichem Druck stattfinde. Ehe ich indefs die Resultate meiner Versuche angebe, mufs ich an eine von Hrn. Harris [1]) beobachtete und von mir bestätigt gefundene Thatsache erinnern, nämlich, dafs sehr dünne Drähte im Vacuo und in verdünnter Luft schwerer schmelzen als in Luft unter gewöhnlichem Druck. Man kann also im Vacuo längere Drähte anwenden als in der Luft.

In der Glocke einer Luftpumpe befestigte ich einen $0^{mm},072$ dicken Platindraht, und zwar so, dafs er oben an einer Klemme hing und unten ein kleines Bleigewicht trug, das durch Heben und Senken der Klemme, die an einem durch eine Stopfbüchse in die Glocke gehenden Stift befestigt war, zur Ruhe auf einem Kupfersockel gebracht werden konnte. Nach Verdünnung der Luft bis auf 5 Mm. Druck wurden bei Entladung der Batterie von 18 Flaschen durch Drähte von $18^{c},3$ und $34^{c},5$ Länge folgende Resultate erhalten:

Länge des Drahts			Verkürzung	Verhältnifs	Mittel.
ursprüngl.	nach einer Entl.	nach zwei Entl.	für eine Entladung.	der Verkürz. zur Länge.	
$18^{c},3$	18^{c}		$0^{c},3$	0,016	0,0135
$34^{c},5$	$34^{c},2$	$33^{c},7$	$0^{c},4$	0,011	

Aus dieser Tafel ersieht mau, dafs die mittlere Ver-

1) *Phil. Transact. f.* 1834.

kürzung ungefähr 0,013 von der Länge des Drahts beträgt; für denselben Draht wurde, in Luft unter gewöhnlichem Druck, diese Verkürzung gleich 0,011 gefunden. Man kann daraus schliefsen, dafs die Luft nicht auf die Erscheinung einwirkt, da die erhaltenen Zahlen für die Verkürzung im Vacuo und in der Luft nur in den Tausendsteln von einander abweichen und man einer Batterie nicht immer genau dieselbe Ladung geben kann. Wenn z. B. ein $0^{mm},072$ dicker Platindraht elektrischen Entladungen ausgesetzt wird und er ohne Schmelzung glüht, so bemerkt man, dafs er bei der dritten oder vierten Entladung nicht mehr gerade bleibt, wie zuvor, sondern wellenförmig gekrümmt wird. Läfst man z. B. 5 bis 10 Entladungen durchgehen, so erhält der Draht das Ansehen der Fig. 9 Taf. I. Ueberdiefs bemerkt man, dafs bei vermehrten Entladungen die wellenförmigen Theile an Gröfse zunehmen, ohne jemals zu verschwinden und andern Platz zu machen. Verkürzt man darauf den Draht ein wenig und läfst eine neue Entladung hindurch, so bilden sich nicht nur neue Undulationen, sondern die vorherigen vergröfsern sich, und das bei jeglicher Stärke der Entladung. Hält man den Draht ausgespannt, so wird er nicht undulirt. Mit einem Draht von beträchtlicherer Dicke habe ich diese Erscheinung nicht hervorrufen können.

Das Dickerwerden sehr dünner Drähte erklärt sich sehr leicht durch die Expansivkraft des elektrischen Funkens, nicht aber so die wellenförmige Biegung des Drahts. Ob diese von einer Vibrationsbewegung der Theilchen des Drahts senkrecht gegen dessen Länge herrühre, und, wie die Verkürzung des Drahts anzudeuten scheint, von der elektrischen Entladung bewirkt werde, oder ob sie von der Zusammenziehung des Drahts abhange, kann für jetzt nicht entschieden werden.

III. *Chemische Untersuchung eines Antimonerzes von Nertschinsk; von W. Brüel in Hannover.*

Das von mir in dem Laboratorium des Hrn. Prof. H. Rose analysirte Antimonerz findet sich auf der Ljurgenskischen Grube in Nertschinsk, und wurde mir von Hrn. Prof. G. Rose zur Untersuchung mitgetheilt.

Es ist bleigrau, metallisch glänzend, und kommt in kurzfasrigen, büschelförmig zusammengehäuften Zusammensetzungsstücken vor, die selbst wieder stark verwachsen sind und körniges Gefüge haben; gröfsere und kleinere Partien Schwefelkies finden sich darin eingesprengt, und äufserlich sind die Stücke mit einer gelben Rinde bedeckt, die wahrscheinlich durch Oxydation entstanden ist.

Das vom sichtlich eingemengten Schwefelkies befreite Antimonerz hat ein specifisches Gewicht =5,69; ich fand es, zufolge einer Analyse, welche vermittelst Chlorgas auf die bekannte Weise angestellt wurde, in 100 zusammengesetzt aus:

Blei	53,87
Antimon	23,66
Eisen	1,78
Silber	0,05
Schwefel	19,11
	98,47.

Aus der Untersuchung ergiebt sich, dafs dieses Antimonerz »Boulangerit« ist, wie die von Boulanger, Thaulow, Bromeis und Abendroth untersuchten Mineralien [1]).

1) Poggendorff's Annal. Bd. XXXVI S. 484, Bd. XXXXI S. 216, Bd. XXXXVI S. 281, Bd. XXXXVII S. 495.

IV. *Beschreibung einiger neuen Mineralien des Urals; von Gustav Rose.*

1) Der Tschewkinit, eine neue Mineralgattung.

Der Tschewkinit findet sich derb, wie es scheint, als amorphe Masse mit flachmuschligen Bruch.

Sammetschwarz, fast völlig undurchsichtig, oder nur an den äufsersten Kanten sehr dünner Splitter mit brauner Farbe durchscheinend; stark glänzend von Glasglanz; Strich: dunkelbraun.

Härte nur wenig über der des Apatits; das specifische Gewicht 4,508—4,549 [1]).

Vor dem Löthrohre glüht das Mineral bei der ersten Einwirkung der Hitze auf; es bläht sich dabei auch aufserordentlich auf, wird braun, und schmilzt zuletzt zu einer schwarzen Kugel.

Im Kolben bläht es sich ebenfalls auf, und es sublimirt dabei eine geringe Menge Wasser.

In Borax löst es sich gepulvert ziemlich leicht zu einem klaren, von Eisen schwach gefärbten Glase auf; bei nur geringem Zusatz bleibt das Glas ganz wasserhell.

In Phosphorsalz löst es sich langsamer, aber mit denselben Farbenerscheinungen auf; in geringer Menge zugesetzt, ist das Glas ganz durchsichtig, bei gröfserem Zusatz scheidet sich Kieselsäure aus, und die Kugel opalisirt beim Erkalten.

Mit Soda schmilzt das Mineral zusammen, aber die Masse breitet sich bald aus und zieht sich in die Kohle. Durch Zerreiben und Schlämmen der mit Soda getränkten Kohle erhält man einige Flitterchen von Eisen. Mit Soda auf Platinblech giebt es die Reaction von Mangan.

1) Die erstere Zahl wurde durch Wägung eines einzigen gröfseren Stückes, die letztere durch die mehrerer kleiner gefunden.

Gepulvert löst sich das Mineral in erhitzter Chlorwasserstoffsäure und mit Hinterlassung von Kieselsäure zu einer gelblichgrünen Flüssigkeit auf, die nach einiger Zeit gelatinirt. Versetzt man die filtrirte Auflösung mit Weinsteinsäure und übersättigt man sie mit Ammoniak, so erhält man durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak eine Fällung von Schwefeleisen, das geglüht etwa $\frac{1}{10}$ vom Mineral an Eisenoxyd giebt. Dampft man die filtrirte Lösung ab und glüht nun den Rückstand, so kann man mit sehr verdünnter Salpetersäure titanhaltiges Lanthanoxyd und etwas Kalkerde ausziehen. Der Rückstand besteht nun fast nur aus Ceroxyd. In Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, konnten durch die gewöhnlichen Methoden nur Spuren von Kalkerde, Talkerde, Thonerde entdeckt werden. Eine geringe Menge Yttererde findet sich vielleicht auch noch darin, doch konnte deren Gegenwart nicht mit völliger Sicherheit nachgewiesen werden. Fast alle Niederschläge zeigten sich bei der Untersuchung vor dem Löthrohr etwas titanhaltig. — Nach diesen Versuchen scheint das Mineral also hauptsächlich eine Verbindung der Kieselsäure mit Ceroxydul, Lanthanoxyd und Eisenoxydul zu seyn.

Diefs Mineral wurde mir mit mehreren anderen Mineralien aus der Gegend von Miask und Slatoust durch den Hrn. Major Lissenko bei seiner Durchreise durch Berlin in diesem Sommer mitgetheilt. Er besafs ein ziemlich derbes Stück, dafs mehrere Zoll lang war, und von dem er mir abzuschlagen erlaubte, so viel als ich zur Untersuchung zu brauchen glaubte. Das Stück war, bis auf einzelne sehr vollständig ausgebildete Krystalle von Feldspath, die darin eingewachsen waren, ganz rein. Es war im Ilmengebirge bei Miask, wahrscheinlich als Gemengtheil des dortigen Miascit vorgekommen.

Ich glaube ganz in dem Sinne von Hrn. Lissenko zu handeln, wenn ich das neue Mineral nach dem Ge-

neral Tschewkin, dem rastlos thätigen Chef des Kaiserlichen Bergkorps in Petersburg, dessen wissenschaftlichem Sinne ich selbst die gröfste Unterstützung bei meinen Arbeiten verdanke, *Tschewkinit* zu nennen vorschlage.

Der Tschewkinit hat im Aeufsern eine grofse Aehnlichkeit mit den andern Ceroxydul-, Yttererde- und Thorerde-haltigen Silicaten, dem *Gadolinit*, *Orthit*, *Allanit* und *Thorit*. Sie haben alle eine schwarze Farbe, muschligen glänzenden Bruch und gelatiniren mit Chlorwasserstoffsäure; ich habe daher in der folgenden Tabelle die Kennzeichen zusammengestellt, wodurch sie sich von einander unterscheiden:

	Gadolinit (von Ytterby),	*Orthit.*	*Allanit.* (aus Grönland).	*Thorit.*	*Tschewkinit.*
Härte	6,5	6,5	6	5	5,3
Specifisches Gewicht	4,238	3,1	4,173	4,63	4,549
Verhalten gegen das Licht	an den Kanten ziemsich stark und lauchgrün durchscheinend	an d. Kant. schwach und graulichgrün durchscheinend	an d. Kant. schwach nnd bräunlichgrün durchscheinend	an den Kanten sehr schwach und braun durchscheinend	an den Kanten sehr schwach und braun durchscheinend.
Farbe des Pulvers	berggrün	graulichgrün	dunkel graulichgrün	röthlichbraun	schwärzlichbrann
Verhalten vor dem Löthrohre	glüht auf, wird graulichgelb und schmilzt nicht	bläht sich auf nnd schmilzt unter Kochen zum schwarzen Glase	bläht sich stark auf, und schmilzt leicht zu einer schwarzen glänzenden Kugel, die vom Magnet angezogen wird.	wird brannroth, schmilzt aber nicht	verglüht, bläht sich stark auf, wird braun nnd schmilzt zu einer schwarzen glänzenden Kugel

2) Der Uranotantal, eine neue Mineralgattung.

Der Uranotantal findet sich in eingewachsenen platten Körnern, die auf der Bruchfläche des Gesteins, worin sie eingewachsen sind, öfter Spuren von regelmäfsigen Umrissen zeigen, und daher undeutliche Krystalle zu seyn scheinen. Sie sind von verschiedener Gröfse, höchstens von der einer Haselnufs.

Sammetschwarz, im Bruch stark glänzend und von unvollkommenem Metallglanz; undurchsichtig; im Pulver dunkel röthlichbraun.

Härte zwischen Apatit und Feldspath; das specifische Gewicht: 5,625.

Im Kolben über der Spirituslampe schwach erhitzt, decrepitirt das Mineral etwas, sublimirt einige Feuchtigkeit und glimmt sodann auf wie Gadolinit, wobei die angewandten Stücke etwas aufbersten und eine schwarzbraune Farbe erhalten [1]). Vor dem Löthrohre in der Platinzange nun erhitzt, schmelzen sie an den Kanten zu einem schwarzen Glase.

In Borax auf Platindraht löst es sich gepulvert ziemlich leicht auf, und bildet in der inneren Flamme ein gelbes, in der äufseren ein gelblichgrünes Glas. Bei stärkerem Zusatz vom Mineral erhält das Glas in der äufseren Flamme einen Stich in's Rothe, besonders so lange es heifs ist, in der inneren wird es grünlichschwarz; geflattert wird es undurchsichtig und gelblichbraun.

In Phosphorsalz löst es sich gepulvert ebenfalls ziemlich leicht und vollständig zu einem klaren Glase auf; in der inneren Flamme geschmolzen, ist die Farbe smaragdgrün, in der äufseren eben so, nur lichter; eine eigentlich gelbe Farbe liefs sich weder auf Kohle noch

1) Das Verglimmen tritt unmittelbar nach dem Decrepitiren ein, und geht sehr schnell vorüber, daher man die Erscheinung leicht übersehen kann; bei einiger Vorsicht und bei schwacher Erhitzung ist sie indessen jedesmal zu bemerken.

auf Platindraht erhalten; nur wenn das Glas noch heifs ist, erscheint die Farbe röthlichgelb.

Mit Soda auf Platinblech zeigt sich eine Manganreaction; die übrigen angegebenen Reactionen lassen aber auf einen Gehalt von *Uran* und *Tantal* schliefsen; den ersteren beweisen die Färbungen des Borax- und des Phosphorsalzes, den letzteren die Undurchsichtigkeit, die sich beim Flattern des Boraxglases einstellt.

Dasselbe ergeben die Versuche auf nassem Wege.

In Chlorwasserstoffsäure löst sich das Mineral, auch zum feinsten Pulver zerrieben, nur schwer, aber vollständig auf. Die mit Wasser verdünnte grünliche Flüssigkeit trübte sich sogleich bei einem Zusatz von Schwefelsäure, und gab beim Erhitzen den starken weifsen, nach Wöhler [1]), für die Tantalsäure besonders charakteristischen Niederschlag. Noch feucht löste sich derselbe nicht vollständig in Chlorwasserstoffsäure auf [2]), als aber das Gelöste wie das Ungelöste in ein Reagenzglas gethan und eine Zinkstange hineingestellt wurde, färbte sich, wie Wöhler von der Tantalsäure angiebt, der Rückstand und die Flüssigkeit blau.

Getrocknet uud geglüht wird der durch Schwefelsäure erhaltene Niederschlag erst schwarz, dann gelb und nach dem Erkalten wieder weifs. Vor dem Löthrohr untersucht, verhielt er sich ebenfalls vollkommen wie, nach Berzelius [3]), die Tantalsäure; er löste sich in Borax und Phosphorsalz leicht und in grofser Menge zu einem farblosen Glase auf. Das Glas mit Phosphorsalz blieb klar beim Erkalten, das Boraxglas wurde aber geflattert, und bei einem grofsen Zusatz nach der Ab-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVIII S. 92.

2) Nach Wöhler sollte dieſs ziemlich leicht geschehen; vielleicht war die von mir angewandte Chlorwasserstoffsäure nicht hinreichend concentrirt.

3) Die Anwendung des Löthrohrs, dritte Auflage, S. 92.

Abkühlung undurchsichtig, in der äufseren Flamme geschmolzen schneeweifs, in der inneren bräunlichweifs.

Die von der Tantalsäure abfiltrirte Flüssigkeit wurde zur Entfernung der hinzugesetzten Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure in der Platinschale abgedampft, und der weifse stellenweise etwas bräunliche Rückstand in einen kleinen Platintiegel gethan und geglüht, worauf er eine grünlichschwarze Farbe annahm. Er wurde nur vor dem Löthrohr untersucht, verhielt sich hier aber vollkommen wie, nach Berzelius, reines Uranoxyd [1]).

Mit Borax auf Platindraht gab er in der äufseren Flamme ein gelbes und in der inneren ein schmutziggrünes Glas, das aber durch Flattern undurchsichtig und gelb oder bräunlichgelb wurde, wahrscheinlich von noch etwas beigemengter Tantalsäure.

In Phosphorsalz auf Kohle bildete sich ein grünes Glas, das, in der inneren Flamme geschmolzen, dunkler war, als in der äufseren, und bei einem grofsen Zusatz beim Erkalten undurchsichtig wurde und krystallisirte [2]). Auf Platindraht in der äufseren Flamme geschmolzen hatte das Glas, so lange es heifs war, eine röthlichgelbe Farbe, nach dem Erkalten erhielt es indessen stets einen Stich in's Grün.

Mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen, bildet das Mineral eine rothe Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einer gelblichen Masse erstarrt, und mit Wasser gekocht schwefelsäurehaltige Tantalsäure abscheidet.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dafs das Mineral wenigstens vorzugsweise Tantal und Uran enthält, und wahrscheinlich tantalsaures Uranoxydul ist, daher ich für dasselbe den Namen *Uranotantal*, nach Analogie des Namens Yttrotantal, vorschlage.

Ich erhielt den Uranotantal von Hrn. Ewreinoff,

1) Die Anwendung des Löthrohrs, dritte Auflage, S. 97.

2) Dieſs führt Berzelius nicht an, trifft aber auch bei ganz reinem Uranoxyd ein.

Capitain beim Berg-Ingenieurcorps in Petersburg. Er fand sich an dem mir mitgetheilten Stücke auf die angegebene Weise in röthlichbraunem Feldspath zugleich mit krystallisirtem Aeschynit eingewachsen, und findet sich im Ilmengebirge bei Miask im Ural.

3) Der Perowskit, eine neue Mineralgattung.

Der *Perowskit* kommt krystallisirt vor; die Krystalle gehören zum regulären Krystallisationssystem, und sind Hexaëder, was sich, da die Flächen der Krystalle ziemlich eben sind, durch Messung mit dem Reflexionsgoniometer bestimmen läfst. Die Spaltbarkeit geht parallel den Flächen der Krystalle, und ist ziemlich vollkommen.

Graulich- bis eisenschwarz; auf den Krystallflächen stark glänzend von metallischem Demantglanz, auf den Spaltungsflächen weniger glänzend; undurchsichtig; Pulver: graulichweifs.

Ritzt stark den Apatit, wird vom Feldspath geritzt, die Härte also ungefähr 5,8; das spec. Gewicht: 4,017 [1]).

Vor dem Löthrohre ist das Mineral für sich ganz unschmelzbar.

In Phosphorsalz und Borax löst es sich gepulvert in grofser Menge mit den Farben des Titans zu einem klaren Glase auf. Mit Phosphorsalz in der inneren Flamme geschmolzen, ist die Kugel, so lange sie heifs ist, graulichgrün, wird aber beim Erkalten mehr oder weniger intensiv violblau, je nachdem man mehr oder weniger von dem Minerale aufgelöst hat. In der äufseren Flamme geschmolzen erscheint die Kugel, so lange sie heifs ist, grünlichweifs, beim Erkalten ganz wasserhell.

Mit Borax in der inneren Flamme geschmolzen, erscheint die Kugel bei geringerem Zusatz, heifs: licht gelblichgrün, kalt: ganz wasserhell; bei stärkerem Zusatz

1) Zu dem Versuche wurden mehrere kleine Stückchen genommen, die zusammen 1,3336 Grammen wogen.

nach dem Erkalten braun, und es ist nicht möglich, selbst durch Zusatz von Zinn eine violblaue Farbe zu erhalten [1]). In der äufseren Flamme bilden sich kleine Blasen, die in der Kugel, auch beim Erkalten, bleiben; und dieselbe erscheint heifs: grünlichweifs, kalt: ganz wasserhell.

Mit einer geringen Menge Soda gemengt, schmilzt das Mineral zu einer grünlichen undurchsichtigen Schlacke zusammen, mit mehr Soda zieht sich die Masse in die Kohle. Durch Zerreiben und Schlämmen der mit Soda getränkten Kohle läfst sich nichts Metallisches erhalten.

Von Chlorwasserstoffsäure wird das Mineral, auch zu einem feinen Pulver zerrieben, nur sehr unbedeutend angegriffen.

Mit einem grofsen Ueberschufs von saurem schwefelsauren Kali gemengt und im Platintiegel über der Spirituslampe bei schwacher Rothglühhitze geschmolzen, bildet das Mineral nach dem Erstarren eine weifse Masse, die, gepulvert und mit einer grofsen Menge kaltem Wasser übergossen, sich, bis auf eine äufserst geringe Menge unaufgeschlossener Masse, zu einer klaren Flüssigkeit auflöste. Beim Kochen derselben bildete sich darin ein starker weifser Niederschlag, der sich vor dem Löthrohr vollkommen wie reine Titansäure verhielt. Ammoniak brachte in der filtrirten Flüssigkeit noch einen sehr geringen weifsen gallertartigen Niederschlag hervor, der ebenfalls aus Titansäure bestand, worauf hinzugefügte Oxalsäure in der von der Titansäure getrennten Flüssigkeit wiederum sogleich einen weifsen Niederschlag hervorbrachte, der sich durch Stehen an einem warmen Orte noch vermehrte, und aus oxalsaurer Kalkerde bestand, da er filtrirt und getrocknet, mit der Spirituslampe schwach erhitzt, verbrannte, und sich dann mit Brausen in Chlorwasserstoffsäure auflöste, in welcher Auflösung kohlensaures Ammoniak wiederum eine weifse Fällung hervor-

1) Dasselbe ist auch bei dem Titanite der Fall.

brachte. Die von der Kalkerde befreite Flüssigkeit zur Trocknifs abgedampft und zur Verjagung des oxalsauren Ammoniaks geglüht, löste sich in Wasser zu einer klaren Flüssigkeit auf, aus welcher sich nach einiger Zeit Krystalle absetzten, die, so weit ich es erkennen konnte, nur aus schwefelsaurem Kali bestanden.

Mit einem Ueberschusse von kohlensaurem Natron gemengt, schmolz das Mineral im Platintiegel über der Spirituslampe zu einer bräunlichen Flüssigkeit, die nach dem Erstarren eine Masse bildete, welche aus zwei Schichten bestand, einer oberen weifsen, und einer unteren bräunlichen. Gepulvert und mit Chlorwasserstoffsäure begossen, schied sich ein bräunliches Pulver aus, das, vor dem Löthrohr untersucht, sich mit Borax und Phosphorsalz wie reine Titansäure verhielt, mit dem einzigen Unterschiede, dafs das nach der Schmelzung in der äufseren Flamme erhaltene Glas, wie bei der Untersuchung mit dem Minerale selbst, so lange es noch heifs war, etwas grünlich aussah, wenngleich es nach dem Erkalten vollkommen wasserhell wurde, also vielleicht noch eine Spur von Eisen enthielt, da auch der Rutil ganz dieselben Erscheinungen zeigt. Mit Soda bildete aber das bräunliche Pulver eine gelbe Masse, die vor dem Erkalten gar nicht oder nur sehr undeutlich aufleuchtete und krystallisirte, was reine Titansäure in so auffallendem Maafse thut [1]). Dieser Unterschied in dem Verhalten rührte von einer grofsen Beimengung von Kalkerde her, welches sich zeigte, als das bräunliche Pulver auf die vorhin angegebene Weise mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen und untersucht wurde [2]). Nachdem in der von der Titansäure abfiltrirten Flüssigkeit hinzu-

ge-

1) Vergl. Berzelius über die Anwendung des Löthrohrs, Auflage 3, S. 96.

2) Nach den Untersuchungen meines Bruders findet dasselbe bei der Schmelzung des Titanits mit kohlensaurem Natron statt.

gefügtes Ammoniak noch eine geringe Menge Titansäure gefällt hatte, brachte daher Oxalsäure nur einen geringen Niederschlag von oxalsaurer Kalkerde hervor. Die von dieser Kalkerde getrennte Flüssigkeit wurde zur Trocknifs abgedampft und geglüht; die erhaltene Masse löste sich vollständig in Wasser auf, gab, mit Alkohol und Platinsolution versetzt, keinen Niederschlag, und lieferte bei der allmäligen Verdunstung nur Krystalle von Chlornatrium.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, dafs das Mineral *Titan* und *Kalkerde* enthält; ob das erstere als Säure oder nicht vielleicht wahrscheinlicher als Oxyd darin enthalten sey, und ob die angegebenen Bestandtheile die einzigen in dem Minerale sind, kann erst durch eine vollständige quantitative Analyse ausgemacht werden.

Von dem beschriebenen Mineral finden sich mehrere Krystalle auf einer Druse, die mir von Hrn. Ober-Bergmeister Kämmerer aus Petersburg bei seiner Durchreise durch Berlin im Sommer d. J. zur Untersuchung mitgetheilt wurde. Die Krystalle sind von verschiedener Gröfse, einzelne an den Kanten nur 1 bis $1\frac{1}{2}$, andere bis 3 Linien lang, und sind mit schön krystallisirtem Chlorit und Magneteisenerz auf Chloritschiefer aufgewachsen. Die Druse stammt, wie schon gleich der bekannte, durch seinen Dichroismus so ausgezeichnete Chlorit lehrt, aus Achmatowsk in der Nähe von Slatoust im Ural. Hr. Kämmerer schlug mir vor, das neue Mineral zu Ehren des Vicepräsidenten Hrn. von Perowski in Petersburg *Perowskit* zu nennen, und ich stimme um so lieber diesem Vorschlage bei, als Hr. von Perowski mit einem grofsen Eifer für die Mineralogie eine seltene Bereitwilligkeit verbindet, die Schätze seiner ausgezeichneten Sammlung zu wissenschaftlichen Zwecken zu verwenden.

4) Der Pyrrhit, ein neues Mineral.

Dieses Mineral kenne ich bis jetzt nur aus einer prachtvollen Feldspathdruse, die dasselbe enthält, und sich im Besitz des Hrn. Vicepräsidenten von Perowski in Petersburg befindet; sie wurde mir von demselben durch Hrn. Ober-Bergmeister Kämmerer zur Ansicht mitgetheilt, und ich hatte die Erlaubnifs für die Untersuchung einige Krystalle des neuen Minerales abnehmen zu dürfen. Die Druse besteht vorzugsweise aus den Feldspathkrystallen, die mehrere Zoll grofs, sehr schön krystallisirt und von ockergelber Farbe sind; sie enthält aber aufserdem in sechsseitigen Tafeln krystallisirten, blafs röthlichweifsen, stark perlmutterglänzenden Lithionglimmer, kleine tafelförmige, weifse, stark durchscheinende Krystalle von Albit, die kuglig zusammengehäuft sind, gröfsere Krystalle von nelkenbraunem Bergkrystall, und einzelne weifse Topaskrystalle.

Die Krystalle des neuen Minerals sitzen nur auf einem Feldspathkrystall, etwa 8 an der Zahl, lassen sich leicht von demselben herunternehmen, zerfallen aber dabei leicht in kleine Stückchen, und hinterlassen in dem Feldspath wenig tiefe scharfkantige Eindrücke.

Die Krystalle haben die Form von Octaëdern, die, wenn sie vollständig ausgebildet wären, etwa eine Länge von 3 Linien hätten. Ihre Flächen sind eben, aber nur wenig glänzend, so dafs ihre Winkel nicht mit grofser Genauigkeit mit dem Reflexionsgoniometer gemessen werden konnten, aber die gefundenen Werthe mehrerer Kanten schwankten stets nur wenig um 109° 28′, daher man wohl mit Wahrscheinlichkeit annehmen kann, dafs die Octaëder regulär sind. Eine Spaltbarkeit habe ich bei den kleinen Bruchstücken, in welche die Krystalle beim Abnehmen zerfielen, nicht bemerkt.

Pomeranzengelb, von schwachem Glasglanz, an den Kanten durchscheinend.

Von der Härte des Feldspaths; das specifische Gewicht konnte bei der geringen, mir zu Gebote stehenden Menge des Minerals nicht bestimmt werden.

Vor dem Löthrohr schmilzt das Mineral nicht, verändert aber seine Farbe, indem kleine Splitter, in der Platinzange gehalten, an den Spitzen schwarz werden und dabei die Flamme stark gelb färben.

In Phosphorsalz wird es in Stücken nur sehr schwer aufgelöst; es wird bei längerem Blasen weifs und undurchsichtig, nimmt aber an Gröfse nur sehr wenig ab. Zum feinen Pulver zerrieben, wird es dagegen in Phosphorsalz und Borax leicht und in grofser Menge zu einem klaren Glase aufgelöst; das Glas ist, in der inneren oder äufseren Flamme geschmolzen, bei geringem Zusatz nach dem Erkalten ganz wasserhell, bei gröfserem Zusatz etwas gelblichgrün gefärbt, in der inneren Flamme geschmolzen vielleicht noch etwas stärker als in der äufseren.

Mit Soda schmilzt es zusammen, aber die Masse breitet sich bald aus und zieht sich in die Kohle; dabei bildet sich auf der Kohle ein geringer weifser Beschlag, der wahrscheinlich aus Zinkoxyd besteht, über dessen Natur ich mir indessen doch bei der geringen Menge desselben nicht völlige Gewifsheit verschaffen konnte. Metallische Theile wurden durch Abschlämmen der mit Soda getränkten Kohle nicht erhalten.

In Chlorwasserstoffsäure ist das Mineral ganz unauflöslich.

Das Mineral findet sich zu Alabaschka bei Mursinsk, scheint aber doch nur sehr selten vorzukommen, da mehrere ganz ähnliche, wenn gleich viel weniger schöne Drusen, die ich selbst von Ort und Stelle mitgebracht habe, das Mineral nicht enthalten. Wegen seiner gelben Farbe schlage ich vor es *Pyrrhit*, von πυῤῥός, gelb, zu nennen.

5) Der Hydrargillit, eine neue Mineralgattung.

Die Krystalle dieses Minerals gehören zum 3- und 1-axigen Krystallisationssystem; sie bilden sechsseitige Prismen, die an den Enden mit der geraden Endfläche begränzt und an den Seitenkanten durch die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma schwach abgestumpft sind. Die Flächen des ersten sechsseitigen Prisma sind schwach vertical gestreift, die übrigen Flächen eben. Die Krystalle parallel der geraden Endfläche vollkommen spaltbar.

Lichte röthlichweifs; durchscheinend, in dünnen Blättchen durchsichtig; auf der geraden Endfläche stark glänzend von Perlmutterglanz, auf den übrigen Flächen weniger glänzend von Glasglanz, am wenigsten auf den Flächen des ersten sechsseitigen Prisma.

Die Härte, durch Streichen auf der Feile untersucht, erscheint etwas niedriger als die des Kalkspaths, indessen sind die verschiedenen Stellen nicht gleich hart; denn die gerade Endfläche wird von dem Kalkspath mit Leichtigkeit, die Seitenflächen dagegen nur kaum geritzt.

Vor dem Löthrohre, für sich allein in der Platinzange oder auf Kohle erhitzt, wird das Mineral weifs und undurchsichtig, es blättert auf, leuchtet aufserordentlich stark, schmilzt aber nicht, und färbt die Flamme auch nicht im mindesten, sowohl für sich allein, als auch mit Schwefelsäure befeuchtet. Im Kolben erleidet es dieselben Veränderungen, und es wird dabei eine bedeutende Menge Wasser sublimirt, welches weder die Farbe des Lackmus- noch des Fernambuckpapiers verändert. Auch in der offenen Röhre lassen sich keine sicheren Kennzeichen von Flufssäure wahrnehmen.

In Phosphorsalz und Borax löst es, gepulvert, sich in ziemlicher Menge zu einem wasserhellen Glase auf.

Mit Soda schmilzt es nicht zusammen, man mag es in Pulver oder in Stücken anwenden.

Mit Kobaltsolution giebt es eine schöne blaue Farbe.

Mit Boraxsäure und Eisendraht auf die bekannte Weise auf Phosphorsäure untersucht, zeigen sich davon keine Spuren.

In heifser Chlorwasserstoffsäure oder Schwefelsäure ist das fein zerriebene Mineral auflöslich, jedoch nur schwer. Die Auflösung in Chlorwasserstoffsäure erleidet, weder mit Alkohol und Platinsolution noch mit einer Auflösung von Chlorbarium versetzt, die geringste Trübung; mit Ammoniak dagegen bildet sich ein sehr starker weifser flockiger Niederschlag; wenn man die von demselben filtrirte Flüssigkeit mit oxalsaurem Ammoniak versetzt, erhält man nach einiger Zeit noch einen äufserst geringen Niederschlag, nach Entfernung dessen sich die Flüssigkeit in der Platinschale ohne Rückstand verdunsten läfst.

Da bei dem Versuche, das Mineral durch Chlorwasserstoffsäure zu zersetzen, auch nach längerem Kochen noch ein kleiner Rückstand geblieben war, der zwar nur aus unzersetztem Steinpulver bestand, da er mit Kobaltsolution vor dem Löthrohr erhitzt eine eben so schöne Farbe gab wie das Steinpulver selbst, und mit Soda ebenfalls kein Glas bildete, so wurde dennoch eine andere Menge des Minerals von Neuem und auf die Weise untersucht, dafs sie erst mit kohlensaurem Natron über der Spirituslampe geschmolzen und dann mit Chlorwasserstoffsäure begossen wurde, worin sie sich vollständig auflöste. Die Auflösung gab aber ebenfalls nur mit Ammoniak einen Niederschlag; mit oxalsaurem Ammoniak darauf versetzt, bildete sich erst nach längerem Stehen an einem warmen Orte ein kaum merklicher Niederschlag.

In Salpetersäure scheint sich das Mineral noch schwerer aufzulösen als in Chlorwasserstoffsäure. Die Auflösung giebt mit salpetersaurem Silberoxyd keinen Niederschlag. Neutralisirt man die Auflösung so genau wie möglich mit Ammoniak, ohne die Thonerde zu fällen,

und fügt man dann etwas salpetersaures Silberoxyd hinzu, so erhält man auch keinen Niederschlag, zum Zeichen, dafs das Mineral auch keine Phosphorsäure enthält. — Der Versuch wurde noch einmal auf die Weise wiederholt, dafs das Mineral erst mit kohlensaurem Natron geschmolzen, und sodann in Salpetersäure aufgelöst und wie vorhin behandelt wurde, doch konnte auch jetzt nicht eine Spur von Phosphorsäure wahrgenommen werden.

Um auch einen Versuch auf nassem Wege über einen etwanigen Flufssäuregehalt anzustellen, wurde eine kleine Menge des Minerals gepulvert, im Platintiegel mit Schwefelsäure übergossen und schwach erhitzt, nachdem derselbe mit einer Glasplatte bedeckt war, indessen fand sich diese nach Beendigung des Versuchs nicht im Mindesten angegriffen.

Es scheint demnach, dafs der Hydrargillit nichts anderes als Thonerde, Wasser, nebst einer Spur von Kalkerde enthält, so dafs er sich also in Rücksicht der chemischen Zusammensetzung dem Diaspor und dem Gibbsit anreiht, von denen er sich aber durch die äufseren Charaktere unterscheidet. Ich schlage daher vor, dem Mineral den Namen Hydrargillit, von ὕδωρ, Wasser, und ἄργιλλος, Thonerde, zu geben, bis eine quantitative Untersuchung noch andere Bestandtheile aufgefunden hat, und einen anderen Namen nothwendig macht. Zwar ist dieser Name schon früher von Davy dem Wawellite gegeben worden, da aber die späteren Analysen von Berzelius und Fuchs noch Phosphorsäure und Flufssäure darin fanden, so ist dieser Name nicht weiter angenommen worden, und kann daher auch keine Verwechslung mit dem Minerale des Urals erzeugen.

Der Hydrargillit findet sich zu Achmatowsk bei Slatoust, und wurde daselbst von Hrn. Major Lissenko aufgefunden, der mir bei seiner Durchreise durch Berlin zwei Stufen von demselben mittheilte. Diese bestehen indessen gröfstentheils aus körnigem und krystalli-

sirtem Magneteisenerz, mit denen das neue Mineral in geringer Menge gemengt ist, und nur in einer kleinen Parthie rein ausgeschieden vorkommt, die nun aus körnigen Zusammensetzungsstücken mit aufgewachsenen, 1 bis 2 Linien grofsen Krystallen besteht.

6) Barsowit, eine neue Mineralgattung.

Der *Barsowit* findet sich nur derb mit theils kenntlicher, theils unkenntlicher Zusammensetzung. Im ersteren Fall sind die Zusammensetzungsstücke körnig, ein bis mehrere Linien grofs, und in *einer* Richtung ziemlich vollkommen spaltbar; nach welcher sie dann auch gewöhnlich etwas breiter als nach der anderen sind, und mit derselben ziemlich parallel auf einander liegen; im letzteren Fall ist das Mineral dicht und der Bruch splittrig.

Schneeweifs; durchscheinend, an den Kanten; die körnigen Varietäten haben schwachen Perlmutterglanz, die dichten sind fast matt.

Härte zwischen der des Apatites und Feldspaths; vielleicht nur um wenig geringer als die des letzteren. Das specifische Gewicht einer körnigen Varietät =2,752, einer dichten, nicht so vollkommen reinen Varietät =2,740 [1]).

Vor dem Löthrohre in der Platinzange schmilzt das Mineral schwer und nur an den Kanten unter einigem Blasenwerfen zu einem blasigen Glase.

Mit Borax schmilzt es langsam und ruhig zu einem wasserhellen Glase zusammen.

Mit Phosphorsalz schmilzt es, unter Ausscheidung von Kieselsäure, zusammen. Das Glas ist bei geringem Zusatz ganz wasserhell, bei gröfserem opalisirt es aber beim Erkalten.

Mit Soda in ungefähr gleicher Menge vermischt,

1) Zu diesen Bestimmungen wurden jedesmal mehrere kleine, von den mit vorkommenden Mineralien so viel wie möglich gereinigte Stücke genommen.

schmilzt es zu einem blasigen Glase, das mit mehr Soda schneeweifs und unschmelzbar wird.

Mit Kobaltsolution nimmt es eine dunkelblaue Farbe an.

Gepulvert und mit Chlorwasserstoffsäure erhitzt, wird es leicht zersetzt, und bildet bald eine dicke Gallerte.

Die chemische Zusammensetzung wurde auf meine Bitte durch Hrn. Varrentrapp ermittelt, der bei drei, in dem Laboratorium vom Prof. H. Rose mit der körnigen Varietät angestellten Analysen fand:

Kalkerde	15,46	15,30	15,10
Talkerde	1,55	1,42	1,65
Thonerde	33,85	33,78	34,08
Kieselsäure	49,01	49,05	48,07
	99,87	98,56	98,90.

Die Sauerstoffmengen dieser Bestandtheile, die der Kalkerde und Talkerde zusammengenommen, verhalten sich fast wie die Zahlen 1, 3, 5, daher die chemische Formel für diefs Mineral ist:

$$\left.\begin{matrix}\dot{C}^3\\ \dot{M}g^3\end{matrix}\right\}\ddot{S}^2 + 3\ddot{A}l\,\ddot{S}i.$$

Berechnet man hiernach die Zusammensetzung mit Hinweglassung der Talkerde, so fällt sie folgendermafsen aus:

Kalkerde	18,16
Thonerde	32,76
Kieselsäure	49,08
	100,00.

Der Gehalt an Kalkerde erscheint hiernach sehr grofs, indessen ist zu berücksichtigen, dafs die Sättigungscapacität der Talkerde gröfser als die der Kieselsäure ist, und die 1,54 Talkerde (das Mittel aus den drei Analysen) 2,12 Kalkerde entsprechen.

Diefs Mineral ist bis jetzt noch nicht anstehend vorgekommen, sondern findet sich nur in Blöcken, oft von der Gröfse mehrerer Kubikfufse, im Goldsande des Seifenwerkes *Barsowskoj* bei dem Hüttenwerke Kyschtimsk. Blauer Korund in Krystallen, grünlichschwarzer Zeilanit in Körnern, und weifser Glimmer in Blättchen kommen darin eingewachsen vor; nach den Stücken, die ich selbst von Ort und Stelle mitgebracht habe, sind aber diese Gemengtheile nie in gleicher Menge eingewachsen, sondern einige Stücke enthalten vorzugsweise Korund, andere vorzugsweise Zeilanit, aber in diesen ist das neue Mineral immer am körnigsten. Der weifse Glimmer kommt fast nur in den Blöcken vor, die vorzugsweise Korund enthalten. In den vielen andern Seifenwerken des Urals ist diefs Mineral noch gar nicht bekannt, aber zu Barsowskoj findet es sich in solcher Menge, dafs man die Stücke, welche besonders Corund enthalten, sammelt, um sie gepocht und geschlämmt auf der Degenfabrik zu Slatoust als Smirgel zu gebrauchen. Wegen dieses häufigen Vorkommens in dem Seifenwerke Barsowskoj schlage ich vor, das neue Mineral *Barsowit* zu nennen.

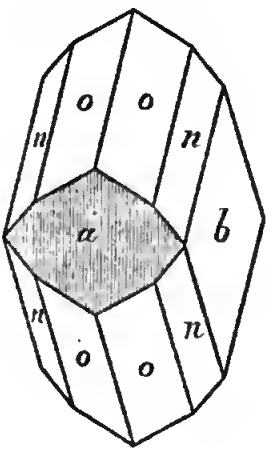
Der Barsowit hat viel Aehnlichkeit sowohl im Aeufsern als in der chemischen Zusammensetzung mit dem Scapolith, unterscheidet sich aber doch hinreichend von diesem durch seine Structur, sein Verhalten vor dem Löthrohr und gegen Säuren. Eben so steht er sehr nahe einem weifsen derben Mineral, das sich am Montzoni in Tyrol findet, ebenfalls mit Säuren gelatinirt, und ihm noch darin gleicht, dafs es Zeilanit eingewachsen enthält und in Blöcken vorkommt. Es hat indessen, nach v. Kobell, eine andere chemische Zusammensetzung, und besteht nach demselben aus:

Kalkerde	37,64
Talkerde	4,64
Eisenoxydul	2,31
Thonerde	12,80
Kieselsäure	39,80
Wasser	2,00
	99,19 [1]).

7) Ueber den Chrysoberyll vom Ural.

Derselbe Glimmerschiefer, welcher die schönen Smaragdkrystalle und den Phenakit enthält [2]), hat in der neueren Zeit einen für den Ural neuen Edelstein, den Chrysoberyll, geliefert, der aber hier mit so bemerkenswerthen Eigenschaften vorkommt, dafs er eine besondere Beschreibung verdient. Er findet sich nur krystallisirt, die Krystalle erscheinen in der Fig. 1 dargestellten Combination, die aus den einfachen Formen

Fig. 1.



$o = (a : b : c)$
$n = (a : \frac{1}{2}b : c)$
$a = (a : \infty b : \infty c)$
$b = (\infty a : b : \infty c)$

besteht; die Flächen sind meistentheils mehr oder weniger glatt, und nur die Flächen a parallel der verticalen Axe c gestreift; aber die Krystalle sind nie einfach, sondern finden sich stets

1) Grundzüge der Mineralogie, von v. Kobell, S. 199. — v. Kobell stellt hiernach dieſs Mineral mit dem Gehlenite zusammen, von dem es sich indessen doch noch bedeutend in der Zusammensetzung unterscheidet, und nennt es derben Gehlenit. Die Stücke, die sich davon in der Königlichen Sammlung in Berlin befinden, brausen beim Auflösen in Säuren stark, enthalten also kohlensaure Kalkerde eingemengt.

2) Vergl. G. Rose, Reise nach dem Ural, Th. I S. 483.

in regelmäfsigen Gruppirungen von drei Individuen, die, nach dem bei dem Chrysoberyll gewöhnlichen Gesetze [1]) durch einander gewachsen sind. Hierdurch entsteht die

Fig. 2.

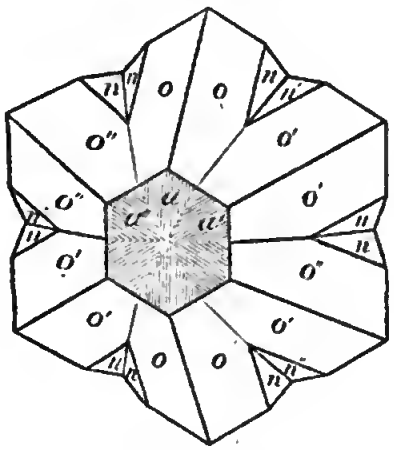


Fig. 2 dargestellte Gruppe, welche, da die schärferen Endkanten des Octaëders *o*, welches in der Combination immer vorherrscht, unter einem Winkel von nahe 120° gegen einander geneigt sind, ungefähr das Ansehen eines Hexagondodecaëders hat, das an den Endspitzen gerade abgestumpft ist. Dieses Ansehen ist noch täuschender, wenn die Flächen *n* fehlen, und dadurch die einspringenden Winkel in der Mitte der Seitenkanten des Hexagondodecaëders fortfallen. Diese sind indessen meistens da, wenn auch häufig kleiner als in der Zeichnung angegeben ist, und nicht selten treten auch noch die Flächen *b* hinzu, die den einspringenden Winkel noch tiefer einkerben. Aufserdem verräth sich auch noch der Drilling durch die Streifung auf den Flächen *a*, die an der Gränze zweier Individuen unter Winkeln von fast 60° zusammenstöfst, und durch eine stets zu erkennende Gränzlinie auf den Flächen des Hexagondodecaëders in der Richtung ihrer Diagonalen.

Da indessen die schärferen Endkanten des Octaëders nicht genau unter einem Winkel von 120° geneigt sind, so ist auch das Ansehen eines Hexagondodecaëders, das die Zwillingsgruppe hat, nur scheinbar. Jener

1) Die Zwillingsebene ist die Abstumpfungsfläche der schärferen Endkante von 86° 16′ des Octaëders *o*. Je zwei benachbarte Individuen haben eine solche Fläche, oder hier, wo sie fehlen, die Kante von 86° 16′ in gleicher Lage, und sind mit einer, auf dieser senkrechten, Ebene an einander gewachsen.

Winkel beträgt, nach Mohs [1]), 119° 46′; zwei gegenüberliegende Seitenkanten des scheinbaren Hexagondodecaëders, die nämlich, welche aus den Kanten des Octaëders *o′* und *o″* bestehen, bilden daher keine gerade Linie, und eben so wenig deren angränzende Flächen eine gerade Ebene, sondern an der Gränze der Octaëder *o′* und *o″* stofsen, wenn die Flächen *n* und *b* fehlen, die Kanten der Octaëder *o′* und *o″* unter einem Winkel von 179° 18′ und die Flächen unter einem Winkel von 189° 31′ zusammen; aber diese Winkel sind so stumpf, dafs sie, zumal da die Flächen nicht vollkommen eben sind, nicht sichtbar werden, und die einspringende Kante an der Gränze der Individuen *o′* und *o″* nicht anders erscheint als die theilenden Linien, sowohl zwischen den Individuen *o* und *o′* als auch den Individuen *o* und *o″*.

Die Krystalle dieses Chrysoberylls kommen von sehr bedeutender Gröfse vor; Herr Ober-Bergmeister Kämmerer aus Petersburg zeigte mir bei seiner Durchreise durch Berlin im Aug. 1839 eine Drillingsgruppe, bei der die Entfernung zweier gegenüberliegender Seitenkanten des scheinbaren Dodecaëders genau $2\frac{1}{2}$ Zoll, und der beiden Flächen *a* $1\frac{1}{2}$ Zoll betrug; indessen sind die Krystalle doch gewöhnlich kleiner.

Ihre Farbe ist grasgrün und dunkler als die des beibrechenden Smaragdes, auch sind sie, wenigstens die, welche ich gesehen habe, nur durchscheinend, und aufserdem noch rissig, daher sie auch als Schmuckstein nicht zu benutzen seyn möchten. Sie besitzen ferner einen sehr bemerkenswerthen Dichroismus, worauf mich schon Hr. Kämmerer, durch den ich die Krystalle zuerst kennen lernte, aufmerksam machte. Wenn man in einer Richtung rechtwinklig auf *a* durch sie hindurch sieht, sind sie sehr auffallend mit hyacinthrother Farbe durchscheinend, aber man sieht diese Farbe nur, wenn man die

1) Grundrifs der Mineralogie, Th. II S. 348.

Krystalle gegen ein sehr helles Licht, z. B. das der Sonne oder einer hellen Kerze, nicht gegen das gewöhnliche Hell des Tages hält.

Das specifische Gewicht eines etwa 1 Zoll breiten, von ansitzender Bergart ganz freien, 3,1245 Grammen schweren Krystalls, im Besitz des Hrn. Kämmerer fand ich 3,689 [1]).

Vor dem Löthrohr verhält sich der Chrysoberyll des Urals gröfstentheils wie der der übrigen Fundörter, doch giebt er mit Borax ein schwach smaragdgrün gefärbtes Glas, daher er wahrscheinlich, wie der Smaragd, seine Färbung dem Chrom verdankt.

Die Drillingskrystalle des Chrysoberylls sind theils einzeln, theils unregelmäfsig zusammengruppirt in den Glimmerschiefer eingewachsen. Die Königliche Sammlung in Berlin besitzt eine grofse Gruppe, welche aus der Sammlung des Kaiserlichen Bergkorps von Petersburg stammt, und mehrere einzelne Krystalle, die ich durch die Güte des Hrn. Vice-Präsidenten Perowski erhalten habe.

V. *Ueber die, Dysodil genannte Mineralspecies, als ein Product aus Infusorienschalen;* von C. G. Ehrenberg.

Der Dysodil wurde 1808 von Hrn. Cordier in Paris als eigene Mineralspecies mit diesem Namen belegt, war aber schon früher unter den erdpechartigen Substanzen von den Mineralogen aufgeführt und *blättriges Erdpech*

1) Dieses Gewicht ist geringer als das, welches Mohs für eine durchsichtige spargelgrüne Varietät angiebt, und 3,754 beträgt (Grundrifs der Mineralogie, Th. II S. 349); der Unterschied rührt wahrscheinlich von kleinen Höhlungen im Innern des Uralischen Chrysoberylls, die bei Drillings- und Zwillingskrystallen selten fehlen, so wie auch von kleinen Sprüngen, die der Krystall hatte, her.

genannt. Er ist bekanntlich brennbar, und wird in Sicilien, seinem zuerst bekannt gewordenen Fundorte, wie Torf benutzt.

Schon am 16. April dieses Jahres theilte ich in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin (s. d. Staatszeitung vom 29. April) mit, dafs die in Sicilien vorkommende wachsgelbe Form dieses Minerals aus dicht verfilzten, von einer firnifsartigen Substanz durchdrungenen und zusammengebackenen, Kieselschalen von *Naviculis*, einer Gattung gepanzerter Infusorien bestehe. Ich theilte auch mit, dafs sich in den Vorräthen des Mineralienhändlers Hrn. Krantz in Berlin eine blättrige, von Farbe ganz schwarze Braunkohle vom Westerwalde gefunden, welche alle mikroskopischen Charaktere des gelben Dysodils von Sicilien erkennen lasse, sich aber durch einen ansehnlichen Gehalt von Fichtenblüthenstaub und anderen vegetabilischen Ueberresten auszeichne.

Seitdem haben sich noch zwei andere Fundorte ergeben. Die blättrige nutzbare bituminöse Kohle vom Geistinger Busch bei Rott und Siegburg nördlich am Siebengebirge verhält sich, obwohl auch von Farbe schwarz, wie altes Leder, doch ganz dem Dysodil gleich, nur ist sie reicher an Pflanzenresten.

Besonders schön erhaltene Infusorienschalen liefs eine vierte ähnliche blättrige Braunkohle erkennen, welche vom Vogelsberge stammt, und mir, wie vorige, durch Hrn. Geheimen Ober-Bergrath von Dechen zur Untersuchung übergeben wurde. Auch diese Substanz gleicht einem schwarzen trocknen Sohlenleder.

Es geht aus diesen Untersuchungen hervor, dafs die Dysodil genannte Mineralspecies zu den Infusorien-Conglomeraten gehört, und offenbar ein zufällig *von Erdpech durchdrungener Polirschiefer* oder *Blättertripel* ist, wie er bei Bilin, Cassel u. s. w. ohne Beimischung von Bitumen erscheint. Seine Farbe kann gelb oder auch braun und schwarz seyn. Er bildet nirgends sehr

mächtige, aber zuweilen ansehnlich ausgedehnte und nutzbare Lager.

VI. *Ueber die Fällung einiger Metalloxyde durch Wasser; von Heinrich Rose.*

In einer Abhandlung, welche ich vor kurzer Zeit bekannt machte [1]), verglich ich die Bildung des Aethers aus einem Gemenge von Schwefelsäure und Alkohol mit der Zersetzung mehrerer unorganischer Salze vermittelst des Wassers. Ich suchte es wahrscheinlich zu machen, dafs es das Wasser ist, welches in diesen Fällen als Base auftritt, und das Aethyloxyd oder das Metalloxyd, letzteres gewöhnlich als basisches Salz, abscheidet.

Die unorganischen Salze, welche ich bei dieser Vergleichung als Beispiele anführte, sind die des Wismuthoxyds, des Quecksilberoxyds und des Antimonoxyds. Diese erleiden die erwähnte Zersetzung durch Wasser schon bei der gewöhnlichen Temperatur. Der Aether wird indessen erst bei erhöhter Temperatur aus einem Gemenge von Schwefelsäure und Alkohol oder aus der Schwefelweinsäure abgeschieden.

Es giebt indessen unter den unorganischen schwächeren Basen eine nicht unbeträchtliche Anzahl, welche aus ihren Verbindungen mit Säuren durch Wasser erst bei erhöhter Temperatur abgeschieden werden; und die Zersetzung der Salze dieser Basen vermittelst des Wassers ist daher noch zweckmäfsiger mit der Bildung des Aethers zu vergleichen.

Zu diesen Basen gehört besonders das *Eisenoxyd*, das aus den Auflösungen der meisten seiner neutralen Salze durch Wasser bei erhöhter Temperatur als ein

1) Poggendorff's Annalen, d. B. S. 453.

basisches Salz gefällt wird. Je verdünnter die Auflösung des Eisenoxydsalzes ist, um so niedriger braucht die Temperatur bei der Fällung zu seyn, und um so vollständiger wird das Eisenoxyd gefällt, so dafs bei einer gewissen Verdünnung, wie Scheerer [1]) gezeigt hat, fast gar kein Eisenoxyd in der Auflösung bleibt, sondern die ganze Masse desselben als basisches Salz sich abscheidet. — Da stärkere Basen durch Wasser auch beim Kochen nicht gefällt werden, so hat man sich dieser Eigenschaft des Eisenoxyds bedient, um dasselbe von den Oxyden des Kobalts, des Nickels und anderer Metalle zu trennen [2]). Auch selbst von der Thonerde, die, obgleich sie hinsichtlich ihrer Eigenschaften viele Aehnlichkeit mit dem Eisenoxyde hat, aber offenbar eine stärkere Base als dieses ist, kann letzteres durch Kochen der Auflösung getrennt werden, und diese Trennung der Thonerde und des Eisenoxyds vermittelst des Wassers bei erhöhter Temperatur ist in technischer Hinsicht von gewisser Wichtigkeit, weil bei der Fabrication des Alauns nur durch Kochen das in der Lauge enthaltene Eisenoxyd gefällt wird, und dadurch leichter von der Thonerde zu trennen ist, als das aus diesem Grunde weit nachtheiligere Eisenoxydul, obgleich das Eisenoxyd mit Schwefelsäure und Alkali einen Alaun bildet, der ganz dem Thonerdealaun analog zusammengesetzt, und, weil er auch mit diesem isomorph ist, mit ihm deshalb in allen Verhältnissen zusammenkrystallisiren könnte.

Wie das Eisenoxyd verhalten sich mehrere andere Basen, welche indessen alle, wie jenes, zu den schwachen gehören, so wie auch mehrere Substanzen, die gegen starke Säuren wie Basen, gegen starke Basen aber wie Säuren reagiren, und deshalb häufig zu den Säuren gezählt werden. Es gehören hierzu die Zirconerde, die Thor-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXIV S. 453.

2) Scheerer in Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXII S. 104.

Thorerde, das Ceroxyd, das Zinnoxyd, die Titansäure, die Tantalsäure, die tellurichte Säure, auch in gewisser Hinsicht die Molybdänsäure, die Wolframsäure und die Vanadinsäure. Mehrere Verbindungen dieser Oxyde mit Säuren können sich im kalten Wasser auflösen, und werden aus der Auflösung durch's Kochen als Oxyde oder als basische Salze gefällt.

Mehrere von den auf diese Weise gefällten Oxyden besitzen nach der Fällung durch's Kochen Eigenschaften, die sie vor der Auflösung in Säuren und Fällung aus denselben nicht zeigten. Sie verhalten sich indifferenter als zuvor, sind in Säuren theils schwerlöslich, theils unlöslich geworden, und verbinden sich nach der Fällung nicht unmittelbar mit ihnen, selbst wenn diese auch im concentrirten Zustand angewandt werden. Man kann zu diesen die Titansäure, das Zinnoxyd und mehrere andere rechnen. Dieses Verhalten ist gewissermafsen dem des Aethers analog, der, wenn er durch's Kochen aus einem, Schwefelweinsäure enthaltendeu, Gemenge ausgeschieden worden ist, sich nicht unmittelbar mit Säuren zu Salzen zu verbinden scheint.

VII. *Ueber die Zusammensetzung des Eläoliths; von C. Bromeis.*

In dem 46sten Bande dieser Annalen, S. 291, befindet sich eine neue Untersuchung über die chemische Zusammensetzung des zu Brevig, im südlichen Norwegen, vorkommenden Eläoliths von Hrn. Scheerer, durch welche sich dieser Chemiker veranlafst sieht, die bisher für den Eläolith angenommene Formel $(\dot{K}^3, \dot{N}a^3)\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\ddot{S}i$ zu verwerfen, und eine neue, nämlich $(\dot{K}^2, \dot{N}a^2)\ddot{S}i + 2\ddot{A}l\ddot{S}i$, dafür aufzustellen. Da indefs diese Formel an Einfach-

heit der ersteren sehr nachsteht, und für das Alkali eine sehr ungewöhnliche Verbindungsstufe mit Kieselerde giebt, aufserdem ein bedeutender Wassergehalt von 2,07 Procent, den Hr. Scheerer gefunden hatte, vermuthen läfst, dafs das von ihm angewandte Exemplar nicht mehr ganz frisch gewesen sey, so veranlafste mich Hr. G. Rose, zur Prüfung der neu aufgestellten Formel, den Eläolith von Neuem zu untersuchen, und theilte mir dazu eine sehr reine und frische Varietät aus dem Ilmengebirge, bei Miask im Ural, mit, wovon bisher noch keine Analyse bekannt gemacht worden ist. Die Untersuchung selbst habe ich in dem Laboratorium des Hrn. H. Rose angestellt. Aus den weiter unten zusammengestellten, theils gefundenen, theils für die verschiedenen aufgestellten Formeln berechneten Resultaten geht hervor, dafs es besonders auf die genaue Bestimmung der Kieselerde ankommt, weshalb ich darauf auch eine besondere Sorgfalt verwandte.

Das Verhalten des Eläoliths aus dem Ilmengebirge vor dem Löthrohre zeigte durchaus keine Verschiedenheit von dem ähnlicher Verbindungen. Die qualitative Untersuchung dieses Eläoliths auf nassem Wege lieferte folgende Bestandtheile: Aufser Kieselerde, Thonerde, Kali, Natron, noch geringe Mengen Kalkerde, Talkerde, Wasser, Chlorwasserstoffsäure und eine Spur Eisen; Fluorwasserstoffsäure war selbst nach zwölfstündiger Behandlung mit Schwefelsäure nicht zu entdecken.

Zum Behuf der quantitativen Untersuchung stellte ich drei Analysen auf die gewöhnliche Methode an. — Bei der ersten wurde das getrocknete Pulver in Salpetersäure aufgeschlossen, blofs um die Menge der Chlorwasserstoffsäure zu finden, die übrigen Bestandtheile wurden nicht quantitativ bestimmt.

Bei der zweiten und dritten Analyse wurde das Pulver auf die bekannte Weise durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt. Bei der einen wurde die beim Zersetzen mit

Säure ungelöst gebliebene Kieselerde gleich auf das Filtrum, bei der anderen dagegen erst die ganze Masse bis zur Trocknifs abgedampft und dann auf das Filtrum gebracht. Ferner war hier das Steinpulver vor der Zersetzung, doch nach dem Trocknen im Wasserbade, mehrmals heftig geglüht, um den Wassergehalt zu finden. Auch wurden bei diesen beiden Analysen alle erhaltenen Niederschläge auf ihre Reinheit quantitativ geprüft. So wurden von der Thonerde, von den Alkalien kleine Mengen Kieselerde abgeschieden und zur ganzen Quantität derselben zugerechnet, mithin auch alle in diesen Niederschlägen enthaltenen zufälligen, unvermeidlichen Spuren fremder unlöslicher Körper, wozu noch die grofse Schwerlöslichkeit der geglühten Thonerde in Chlorwasserstoffsäure kommt, wodurch also der Kieselerdegehalt, ungeachtet der gröfsten Genauigkeit, wohl eher etwas zu grofs, dagegen der Thonerdegehalt eher etwas zu klein ausfallen könnte.

Die Kieselerde selbst hinterliefs beim Auflösen in kohlensaurem Natron bei allen drei Analysen einen kleinen Rückstand, der bei näherer Untersuchung aus Thonerde, einer höchst geringen Spur Kieselerde und Eisenoxyd bestand, weshalb er zum Thonerdegehalt hinzugerechnet ist. Sollte diese höchst geringe Menge indessen ein eigen dem Eläolith beigemengtes Fossil gewesen seyn, welches wegen seiner geringen Quantität nicht zu ermitteln war, so müfste sein Gewicht wohl richtiger von dem Gesammtresultat abgezogen und dann die einzelnen Werthe wieder auf 100 berechnet werden, da diefs aber durchaus keine wesentliche Veränderung im Resultat hervorbringt, ist es hier unterlassen.

Aus diesen beiden Analysen hat sich nun folgende procentische Zusammensetzung ergeben:

	I.	II.	Mittel.
Kieselerde	42,51	42,33	42,42
Thonerde	33,73	34,39	34,06
Kali	6,91	5,95	6,43
Natron	14,01	16,26	15,13
Kalkerde	0,20	0,47	0,33
Talkerde	0,77	0,45	0,61
Wasser		0,92	0,92
Chlorwasserstoffsäure			0,04
Eisenoxyd			Spur
	98,13	100,77	

Sieht man nun den Wassergehalt, wegen seiner anscheinend grofsen Unbeständigkeit (welches wenigstens aus fast allen über den Eläolith angestellten Untersuchungen hervorgeht), wie den der Chlorwasserstoffsäure für die Zusammensetzung des Eläoliths als unwesentlich an, und rechnet die geringe Kalkmenge im Verhältnifs der Atomgewichte zum Kali, die Talkerde zum Natron, und zwar Alles auf 100, so erhält man:

		deren absolute und relative Sauerstoffmengen:		
Kieselerde	42,637	22,168	4	oder 12
Thonerde	34,229	15,987	3	- 9
Kali	7,008	1,186 } 5,310	1	- 3
Natron	16,126	4,124 }		
	100,000.			

Dieser Zusammensetzung entspricht nun folgende, schon früher für den Eläolith aufgestellte Formel:

$$(\dot{K}^3 , \dot{N}a^3)\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\ddot{S}i$$

indem für diese, wie auch Hr. Scheerer in der erwähnten Abhandlung anführt, berechnet, folgende procentische Zusammensetzung gilt:

41,55	Kieselerde
34,67	Thonerde
15,82	Natron
7,96	Kali
100,00	

(wenn man nämlich annimmt, wie es auch aus den angeführten Sauerstoffmengen hervorgeht, dafs das eine Viertel des Natrons im Eläolith durch Kali ersetzt sey.)

Der kürzlich von Scheerer angegebenen Formel:

$$(\dot{K}^2 , \dot{Na}^2)\ddot{Si} + 2\ddot{Al}\ddot{Si}$$

entspricht aber das Kali, auch als Natron berechnet in 100, folgenden Werthen:

45,60	Kieselerde
33,82	Thonerde
20,58	Natron
100,00.	

Hr. Scheerer führt auch in seiner Abhandlung die Analysen des Eläoliths von den HH. Prof. L. Gmelin und C. G. Gmelin zur Bestätigung dieser letzten Formel an, welche 43,36 und 44,19 Procent Kieselerde zeigen, da aber diese erwähnten Analysen nicht auf 100 stimmen, indem die eine 101,13, die andere 102,08 als Summe liefert, so ergiebt sich für diese, entsprechende Kieselerdegehalte für 100 berechnet, 42,92 und 43,23 Proc., welche Werthe doch mehr noch für erstere als letztere Formel stimmen, wodurch ich um so mehr glaube annehmen zu dürfen, dafs den fixen Bestandtheilen des Eläoliths besser die schon von den HH. Professoren Gmelin angeführte Formel:

$$(\dot{K}^3 , \dot{Na}^3)\ddot{Si} + 3\ddot{Al}\ddot{Si}$$

als die von Scheerer entspricht.

VIII. *Ueber einige Thatsachen, welche wahrscheinlich machen, dafs die Asteroïden der Augustperiode sich im Februar, und die der Novemberperiode im Mai eines jeden Jahres zwischen der Sonne und der Erde, auf dem Radius Vector der letzteren, befinden;*

von A. Erman.

Die Schlüsse welche in meinem früheren Aufsatze über die August-Sternschnuppen (Schumacher, *Astr. Nachr.* 385) an die Bestimmung des Convergenzpunktes derselben geknüpft wurden, ergaben, dafs nunmehr zur Vervollständigung der Kenntnifs ihrer Bahn die Messung der Geschwindigkeit hinreichen würde, welche sie am 10. *August* besitzen. Da aber eine solche Messung mit Schwierigkeiten verbunden ist, die deren Ausführung vielleicht noch lange verhindern dürften, so schien es mir schon damals nicht ganz unnütz, ein anderes Mittel zu erwähnen, durch welches einstweilen die schon vorhandenen Gränzwerthe für die Bahn-Elemente jener Körper weit näher zusammengerückt werden könnten. Ich meine eine hinreichend vollständige Beobachtung sowohl des nächtlichen Himmels als auch der Sonne und ihrer Umgebungen an den Tagen um *Februar* 7, an denen sich die Erde in der Nähe von 138° heliocentrischer Länge, und somit *auf dem Radius Vector des aufsteigenden Knotens jener Asteroïden befindet.* — Wirklich durfte man behaupten, dafs dergleichen Beobachtungen an jenen Tagen in *keinem Falle erfolglos bleiben* könnten; sey es, dafs sie bewiesen, es gäbe alsdann für uns keine Spur von der Existenz der Augustkörper, oder dafs sie, auf irgend eine Weise, zu dem entgegengesetzten, bejahenden Resultate führten. In dem ersteren Falle, eines ent-

schieden negativen Erfolges, blieben nämlich, anstatt mehrerer ursprünglich vorhandenen Möglichkeiten, nur die zwei folgenden übrig: entweder dafs 1) jene Körper nur einen isolirten Haufen mit *genau halbjähriger* oder *genau einjähriger* Umlaufszeit ausmachen; denn in diesen beiden Fällen würden sie, so, wie es nun schon mehrfach beobachtet worden ist, nach Intervallen von nur *einem* Jahre in ihrem *absteigenden* Knoten mit der Erde zusammentreffen können, und dennoch ihren *aufsteigenden* Knoten schon zu einer Zeit erreichen, wo sich die Erde noch äufserst entfernt von demselben befindet [1]), oder dafs 2) ihr Radius Vector im aufsteigenden Knoten weit gröfser sey als der der Erde am 7. *Februar*.

Bemerkte man hingegen an jenen Tagen irgend eine auf die Nähe der Augustkörper zu deutende Erscheinung, so würde die Art derselben zugleich entscheiden, ob der Sonnenabstand jener Körper im aufsteigenden Knoten nur gleich oder auch kleiner sey als der der Erde am genannten Tage. Die früher angegebene Maximumgränze für diesen Abstand wäre dann jedenfalls bis auf: 1 herabgesetzt, und aufserdem würde man *gezwungen anzunehmen*, dafs jene Körper *nicht* einen isolirten Haufen, sondern einen, nach der Richtung ihrer Bahn geschlossenen, Ring ausmachen.

1) Vergleiche Astron. Nachr. No. 385 St. 16. — Da die Coïncidenzen eines *einzelnen* Körpers mit der Erde in einerlei Punkte der Ekliptik allgemein nur auf eine Umlaufszeit des ersteren von $\frac{1}{n}$ trop. Jahre führen, wenn n irgend welche ganze Zahl bedeutet, so liefsen sich die Erscheinungen im August, aufser durch $n=1$, auch durch $n=2$ erklären, weil nur $n>2$ durch unsere Bestimmung der Richtung der scheinbaren Bewegung am 10. August ausgeschlossen ist. — Ich habe am angeführten Orte nur die erste dieser Annahmen in Beziehung auf den Durchgang durch den aufsteigenden Knoten geprüft. Aus den daselbst, S. 14, mitgetheilten Rechnungsresultaten ersieht man aber sogleich, dafs bei *halbjähriger* Umlaufszeit jener Durchgang in einer, von der gleichzeitigen der Erde, noch verschiedeneren Länge erfolgen würde, als bei *einjähriger*.

Es bedarf kaum einer besonderen Erwähnung, dafs die ebenfalls periodische Begegnung der Erde mit einem andern aber ähnlichen Schwarme von Asteroïden, in der heliocentrischen Länge von 51° (um den 13. *November*), eben so sehr zur Beobachtung des nächtlichen Himmels sowohl als auch der Sonne in derjenigen Jahreszeit aufforderte, in der wir uns der helioc. Länge von 231° nähern, d. h. um den 12. *Mai*, und dafs sich an das Resultat solcher Beobachtungen, den eben erwähnten ganz analoge, Folgerungen in Beziehung auf die Novemberkörper knüpfen liefsen.

Nachdem ich nun im Vorigen die bisherige Lage dieser Angelegenheit zu schildern versucht habe, werde ich im Folgenden unter I. und II. zweierlei Arten von Thatsachen namhaft machen, welche auf eine sehr merkwürdige Weise dafür sprechen:

dafs sowohl die *Augustasteroïden* als auch die des *Novembers* bei den Durchgängen der Erde durch ihre zweiten Knoten in Conjunction mit der Sonne erscheinen,

wonach dann die ersteren bewiesenermafsen, die andern mit überwiegender Wahrscheinlichkeit *nicht* für einen *isolirten Haufen*, sondern für einen, nach der Richtung ihrer Bahn *geschlossenen Ring* zu halten wären.

I.

Die oben mitgetheilten Gründe für die Wichtigkeit von Beobachtungen des Himmels um *Februar* 7 und *Mai* 12, veranlafsten mich in einem sehr vollständigen Verzeichnisse auffallender Naturbegebenheiten nach der Erwähnung von Himmelserscheinungen in den zwei genannten Jahreszeiten zu suchen, welche etwa übereinstimmten mit dem, was man von den zwei Sternschnuppenströmen in einer oder der andern ihrer dann möglichen Stellungen zu erwarten hatte [1]).

1) Ich gebrauchte zu diesem Zwecke ein Buch, welches sich unter fol-

Ich fand darin folgende vier Angaben, von denen ich die zwei ersten als Wirkungen der August-Asteroïden betrachte:

1) »Am letzten Februar 1206, nach Villalba, nach Crusius aber an demselben Tage des Jahres 1208, geschah eine Verfinsterung der Sonne, welche nicht nur vollkommene Dunkelheit zur Folge hatte, sondern auch, weil sie *sechs Stunden dauerte*, nicht von dem Monde herrühren konnte.« Schon Chladni schrieb dieses Ereignifs dem Vorübergange einer sehr grofsen Zahl von Meteorsteinen oder Sternschnuppen vor der Sonne zu.« Schnurrer, a. a. O. I, S. 265.

2) »*Anno* 1106 *pridie Idus Februar. apud Baram Italiae stellae visae sunt in coelo per diem, nunc quasi inter se concurrentes nunc quasi in terram cadentes.*« Schnurrer, a. a. O. I, S. 230.

Die zwei hiernächst beschriebenen Ereignisse halte ich hingegen für Wirkungen der am 13. *November* als Sternschnuppen erscheinenden Körper.

3) »Am zwölften Mai des Jahres 1706 verdunkelte sich in Schwaben die Sonne so sehr, dafs Fledermäuse umherflogen und man Lichter anzündete.« Schnurrer, a. a. O. II, S. 237.

4) »Noch ist das Jahr 1545 ausgezeichnet durch die dreitägige Verdunklung der Sonne vom 23. bis zum 25. April, mithin am Tage der Schlacht bei Mühl-

gendem Titel der Aufmerksamkeit der Physiker eher entziehen als empfehlen dürfte: *Die Krankheiten des Menschengeschlechts, historisch und geographisch betrachtet von* Dr. F. Schnurrer. *Histor. Abth. Bd.* 1 *und* 2. *Tübingen* 1825. — Sowohl die Kenntnifs als auch die Mittheilung dieses wichtigen Hülfsmittels verdankte ich aber nur der Geneigtheit Hrn. Al. v. Humboldt's, der auch anderweitig, *indem er das Novemberphänomen entdeckte*, sowohl zu gegenwärtigem Beitrage als auch zu allen neueren Arbeiten über Sternschnuppen die erste, und daher lebhafteste Anregung gegeben hat.

berg, am nächst vorhergehenden und am nächst folgenden Tage. Es erschien während dieser Zeit über Deutschland, Frankreich und England die Sonne ganz trübe, glanzlos und röthlich, dabei entstand eine solche Dunkelheit, dafs man zur Mittagszeit die Sterne blinken sah, weshalb Kepler die Sonne durch eine vor ihr vorübergehende kometische Masse verdunkelt glaubte.« Schnurrer, a. a. O. II, S. 93.

Ich habe nun zu genauerer Vergleichung der Erdpositionen während dieser Ereignisse sowohl unter sich als auch mit den uns bekannten Lagen der Knotenlinien für die August- und November-Körper, die Sonnenlängen gerechnet, welche während derselben stattfanden, und bemerke nur noch, ehe ich dieselben anführe, dafs die unter 1. 3. und 4. genannten Erscheinungen wohl durchaus keine andere Deutung als durch den Vorübergang dunkler Körper vor der Sonne zulassen, und dafs das zweite, wegen der Sichtbarkeit von Sternschnuppen *am Tage*, ebenfalls eine gleichzeitige Verdunklung der Sonne voraussetzt, deren Grund wohl kaum ungezwungener als in jenen Sternschnuppen selber gesucht werden kann. Die Querdimension von *mindestens* 7,6 Sonnendurchmessern, die wir jetzt an dem Auguststrome kennen gelernt haben (*Astr. Nachr. No.* 385), würde es z. B. völlig erklärlich machen, wenn im Februar vordere, d. h. der Erde zunächst gelegene Theile desselben, als Sternschnuppen leuchtend würden, während die bei weitem, d. h. wohl tausendmal, dickeren Schichten der übrigen die Sonne verdunkelten. — Von den folgenden Sonnenlängen sind die in der ersten Spalte vom Nachtgleichenpunkte für das jedesmalige Beobachtungsmoment, die in der zweiten Spalte aber von dem Nachtgleichenpunkte für das Jahr 1800 an gerechnet.

	Sonnenlänge wahre	Sonnenlänge vom Ngp.für 1800.	
206. Febr. 28 a. St.	345°,75	354°,03	Verdunklung d. Sonne, nach Villalba
208. Febr. 28 a. St.	344 ,25	352 ,50	ebenso, nach Crusius
106. Febr. 12 a. St.	330 ,04	339 ,72	ebenso, und Sternschnupp. am Tage.
1706. Mai 12 n. St.	51°,11	52°,42	Verdunklung der Sonne
1545. Apr. 23-25 a. St.	43 ,07	46 ,63	ebenso, für die Mitte derselben.

Die Uebereinstimmung dieser Sonnenlängen mit denjenigen, bei welchen die Erde durch die Knotenlinien der August- und November-Körper hindurchgeht, ist für letztere ohne weiteres klar, denn wirklich ereignet sich noch jetzt der

Durchgang d. Erde durch die Knotenlinie der Novbr.-Asteroïden bei etwa: 50°,66 Sonnenlänge vom *Nachtgl.p. für* 1800

Durch den Radius Vector des aufsteigenden Knotens für die August-Asteroïden geht die Erde jetzt, und nach unseren diesjährigen Beobachtungen während etwa: 317°,5 bis 319°,5 Sonnenl. vom Nachtgleichenpunkte *für* 1800, mithin in einer um etwa 12 Tage früheren Jahreszeit, als beim Eintritt der ältesten unter den erwähnten Sonnenverdunklungen im Februar. Man ist aber, durch Olbers hierhin gehörigen Ausspruch und durch Bessel's Bestätigung desselben, hinreichend darauf vorbereitet, an den Knoten der Sternschnuppenströme seculare Längenänderungen für möglich zu halten, durch welche jene anscheinende Differenz beträchtlich vermindert werden könnte. Ich werde auf diesen Punkt noch einmal zurückkommen, zuvor aber (unter II) Beobachtungen zusammenstellen, nach welchen durchschnittlich in *jedem* Jahre um die Zeiten *Februar* 7, und *Mai* 11 der Erde ein Theil der *wärmenden* Sonnenstrahlen entzogen wird, und zwar durch eine Ursache, welche man *gezwungen ist in dem, nicht zur Erde gehörigen, Weltraume zu suchen,*

weil sie an den verschiedensten und von einander entferntesten Punkten unseres Planeten mit gleicher Deutlichkeit fühlbar wird.

II.

Nachdem sich gezeigt hatte, dafs anstatt der Spuren von Lichtschwächung der Sonne durch vorübergehende Sternschnuppen, die ich, in meinem früheren Aufsatze *nur als nicht ganz unmöglich* darzustellen wagte, in einigen Jahren sogar völlige Verdunklungen geschehen und in den Chroniken verzeichnet worden seyen, konnte man nicht umhin zu erwarten, dafs sich die Ursache von dergleichen Ereignissen auch in den zwar jüngeren, aber dafür weit reicheren Tagebüchern ausgesprochen haben müsse, die wir über die *Temperatur der Atmosphäre* besitzen. Erwägte man die Continuität mit welcher Messungen dieses Elementes an sehr verschiedenen Punkten der Erde angestellt werden, so mufste man in der That voraussetzen, dafs sich in ihnen selbst geringe Grade der Sonnenverdunklung zeigen würden, in sofern dieselben nur wirklich *nach einjähriger Periode* erfolgt wären. Man mufste es aus eben dem Grunde, aus dem man von vorne herein erwartete, von *Licht*schwächungen nur die alleräufsersten Fälle angemerkt zu finden: denn diesen hat man bis jetzt nirgends fortlaufende und absichtliche Messungen gewidmet. — In welchem Maafse sich diese Hoffnung durch Untersuchung meteorologischer Beobachtungen bestätigt hat, werde ich nun im Folgenden darstellen.

A. Entziehung von Sonnenstrahlen im Februar durch Conjunction der Sonne mit den August-Asteroïden.

Die Temperaturbeobachtungen welche ich im Folgenden mittheile, habe ich nicht unmittelbar aus den Originaltagebüchern entnommen, sondern aus der Zusammenstellung derselben in Brandes *Beiträgen zur*

Witterungskunde. Sie sind in Graden der hunderttheiligen Skale ausgedrückt, und eine jede der anzuführenden Zahlen ist das arithmetische Mittel aus den Temperaturen von fünf Tagen, von denen der *mittlere* durch das von mir angegebene Datum bezeichnet ist. Ich habe aufserdem dem Namen eines jeden Beobachtungsortes zuerst die *Anzahl* und dann die *Ordnungszahl des mittleren* derjenigen Jahre hinzugefügt, während welcher die von Brandes benutzten Beobachtungen angestellt worden sind; das Vertrauen, welches den für die einzelnen Orte angegebenen Temperaturen zukommt, wächst demnach zugleich mit den Zahlen der ersten Spalte:

Jahre: Anzahl d. benutzten	Mittlere		Mittel-Temperaturen für: Jan. 13.	Jan. 18.	Jan. 23.	Jan. 28.	Febr. 2.	Febr. 7.	Febr. 12	Febr. 17.	Febr. 22.	Febr. 27.	März 4.
50	1798	Stockholm	−4°,79	−4°,21	−4°,19	−3°,40	−3°,94	−4°,73	−4°,69	− 3°,69	−3°,00	−2°,69	−3°,23
25	1813	Karlsruhe	−0 ,31	+0 ,67	+0 ,58	+0 ,68	+1 ,83	+2 ,82	+3 ,05	+ 2 ,75	+3 ,72	+4 ,23	+4 ,67
24	1811	Königsberg	−1 ,65	−3 ,06	−1 ,20	−3 ,26	−2 ,71	−3 ,86	−4 ,01	− 2 ,76	−2 ,17	−1 ,57	−0 ,90
21	1816	Paris	+1 ,67	+1 ,75	+1 ,67	+3 ,10	+3 ,74	+4 ,92	+4 ,92	+ 4 ,79	+5 ,02	+4 ,86	+5 ,92
16	1807	London	+2 ,27	+2 ,61	+1 ,96	+2 ,77	+4 ,64	+4 ,77	+4 ,26	+ 3 ,91	+5 ,24	+5 ,30	+5 ,19
20	1775	Zwanenb.	+0 ,94	+0 ,62	+1 ,58	+1 ,65	+2 ,19	+2 ,17	+2 ,46	+ 2 ,71	+3 ,97	+5 ,00	+5 ,14
24	1774	Wien	−2 ,98	−2 ,77	−2 ,35	−2 ,05	−3 ,55	−2 ,72	−0 ,90	− 1 ,00	−0 ,28	+1 ,94	+2 ,00
10	1787	St. Gotthard	−5 ,65	−8 ,12	−7 ,31	−7 ,30	−8 ,78	−7 ,72	−9 ,30	−10 ,27	−8 ,11	−7 ,11	−7 ,39

Nimmt man nun das Mittel aus den an den 6 ersten oder aus den an allen 8 genannten Orten erhaltenen Resultaten, so ergeben sich folgende, respective für das Jahr 1803 und für das Jahr 1799 gültige, Tafeln der mittleren Tagestemperaturen und deren fünftägigen Zuwächse:

1803.	Temper.	Zuwächse	1799.	Temper.	Zuwächse
Jan. 13	−0°,812		Jan. 13	−1°,687	
		+0 ,511			−0 ,001
Jan. 18	−0 ,270		Jan. 18	−1 ,688	
		−0 ,163			+0 ,156
Jan. 23	−0 ,433		Jan. 23	−1 ,532	
		+0 ,690			+0 ,430
Jan. 28	+0 ,257		Jan. 28	−1 ,102	
		+0 ,701			+0 ,279
Febr. 2	+0 ,958		Febr. 2	−0 ,823	
		+0 ,057			+0 ,154
Febr. 7	+1 ,015		Febr. 7	−0 ,669	
		−0 ,035			+0 ,142
Febr. 12	+0 ,980		Febr. 12	−0 ,527	
		+0 ,138			+0 ,082
Febr. 17	+1 ,118		Febr. 17	−0 ,445	
		+1°,012			+1°,064
Febr. 22	+2 ,130		Febr. 22	+0 ,619	
		+0 ,392			+0 ,626
Febr. 27	+2 ,522		Febr. 27	+1 ,245	
		+0 ,283			+0 ,180
März 4	+2 ,805		März 4	+1 ,425	

Betrachtet man in diesen die fünftägigen Temperaturzuwächse, indem man sich in Bezug auf eine anscheinende Unregelmäfsigkeit der zwei ersten des allgemein anerkannten Umstandes erinnert, dafs der Eintritt des jährlichen *Temperatur-Minimums* an verschiedenen Orten verschieden, und zwar allgemein nur zwischen *Januar* 10 und *Januar* 22 gelegen ist — so wird man, glaube ich, nicht verkennen, dafs:

1) von *Februar* 7 zu *Februar* 12 eine *ganz unerwartete Abnahme* der *Temperatur*,
2) innerhalb der nächst vorhergehenden und nächst folgenden fünf Tage eine *Schwächung des normalen Temperaturzuwachses*, und endlich:
3) Zwischen *Februar* 17 und *Februar* 22 eine *eben so auffallende Verstärkung des normalen Temperaturzuwachses* erfolgt,

genau so wie es seyn mufs wenn man annimmt, dafs der Erde ein Theil der *wärmenden* Sonnenstrahlen entzogen werde, an Tagen, von denen man, nach *diesen*

Beobachtungen, nur behaupten kann: dafs sie alle zwischen *Februar* 5 und *Februar* 19, der am meisten bedeutsame von ihnen aber zwischen *Februar* 7 und *Februar* 12, liegen. — Sowohl in Bezug auf die Mittel aus den einzelnen Reihen, als auch in Bezug auf diese selbst, scheint es mir gut, zu bemerken, dafs eine kosmische Schwächung der Sonnenstrahlen an den meisten Punkten der Erde nicht blofs eine mit der Dauer ihres Stattfindens gleich lange Wirkung, sondern auch eine mehr oder minder nachhaltige ausüben müsse; denn es ist anerkannt, dafs, vermöge der Luftströmungen, die Temperatur eines jeden Ortes in einem gegebenen Momente mehr oder weniger von denjenigen Temperaturen abhängt, welche einige der ihm benachbarten Gegenden zu einem *früheren* Zeitpunkte besafsen. Es wird hienach sogar völlig gedenkbar, dafs Orte, welche zur Zeit der Strahlenschwächung ganz bedeckten Himmel hatten, die unmittelbare Wirkung derselben weniger empfinden können, als die ihnen von anderen Orten etwas später mitgetheilte. — Ich begnüge mich für jetzt mit den mitgetheilten Beobachtungen an acht Orten, kann aber nicht unterlassen die in Rede stehende Thatsache auch noch mit den Worten eines unserer sorgsamsten und verdienstvollsten Meteorologen zu schildern. Brandes sagt nämlich in seinen Beiträgen, S. 11, »fast an allen Orten nimmt die Kälte von Anfang *Januars* bis gegen die Mitte dieses Monats zu, dann beginnt ein Zunehmen der Wärme, welches in *Stockholm* bis zu Ende desselben dauert, *dann aber wird die Temperatur wieder geringer bis zum* 12. *Februar. Diese Depression, welche man in Stockholm bemerkt, zeigen auch die Wiener, Rocheller, Manheimer Beobachtungen, so wie die vom St. Gotthard; obgleich sie aus verschiedenen Jahren sind, und daher mit den Zufälligkeiten einzelner Jahre nicht merklich behaftet seyn können.*« — So hätte also Brandes, der Entdecker der August-Asteroïden, eine höchst denkwürdige

dige Wirkung, welche dieselben in ihrem aufsteigenden Knoten auszuüben scheinen, bereits bemerkt, jedoch ohne sie für eine solche zu halten; denn nachdem er die Erscheinung geschildert hatte, wagte er durchaus keine Vermuthung über die Ursache derselben zu äufsern, am wenigsten aber diese Ursache in einem kosmischen Verhältnisse zu suchen. —

B. Entziehung von Sonnenstrahlen im Mai durch Conjunction der Sonne mit den November-Asteroïden.

Erwägte man zunächst dafs wir, nach den bis jetzt vorhandenen Beobachtungen über die Novemberkörper, den Durchgang der Erde durch den zweiten Knoten für die Mitte ihres Stromes auf *Mai* 11 bis *Mai* 12 zu versetzen haben, so konnte man nicht umhin sich der allgemein verbreiteten Volkssage von anomaler Erkältung für die drei im Kalender, durch die Namen *Mamertius*, *Pankratius*, *Servatius* bezeichneten, und auf die Data *Mai* 11, *Mai* 12 und *Mai* 13 fallenden Tage zu erinnern! Sowohl durch Erfahrungen, als der Natur der Sache nach, ist man überzeugt, dafs dergleichen auf Naturverhältnisse bezügliche Volksglauben kaum jemals ganz grundlos seyn können — der in Rede stehende mufste also jedenfalls ein sehr günstiges Vorurtheil für das Stattfinden *der erwarteten* Entziehung von Sonnenwärme an den genannten Tagen erwecken. Dennoch bedurfte er um so mehr einer sorgfältigen Bestätigung durch meteorologische Tagebücher, als — auffallender Weise — weder Brandes noch Kämz in Folge ihrer umfassendsten Bearbeitung thermometrischer Messungen desselben irgend erwähnten. Man darf ihn nach folgender Zusammenstellung, welche ganz so, wie die für die Februarepoche angeordnet ist, — wohl nicht länger bezweifeln.

Jahre: Anzahl d. benutzten	Mittlere		Mittel-Temperaturen für: April 18.	April 23.	April 28.	Mai 3.	Mai 8.	Mai 13.	Mai 18.	Mai 23.	Mai 28.	Juni 2.	Juni 7.
50	1798	Stockholm	+ 3°,78	+ 4 ,92	+ 5°,77	+ 6°,58	+ 7°,50	+ 8°,28	+10°,16	+10°,89	+11°,45	+13°,03	+13°,98
25	1813	Karlsruhe	+10 ,13	+11 ,33	+12 ,98	+14 ,75	+15 ,41	+14 ,69	+15 ,77	+16 ,17	+16 ,55	+17 ,02	+17 ,87
24	1811	Königsberg	+ 6 ,20	+ 6 ,71	+ 7 ,65	+ 9 ,25	+ 9 ,91	+10 ,67	+11 ,97	+12 ,19	+12 ,59	+12 ,91	+14 ,38
21	1816	Paris	+ 9 ,25	+11 ,11	+11 ,41	+13 ,51	+14 ,17	+14 ,07	+15 ,19	+14 ,88	+15 ,29	+16 ,13	+16 ,20
10	1768	Frankfurt	+ 9 ,31	+11 ,31	+11 ,94	+12 ,38	+13 ,94	+13 ,56	+14 ,62	+16 ,19	+15 ,25	+16 ,37	+17 ,19
16	1807	London	+ 8 ,72	+ 8 ,77	+ 9 ,52	+11 ,59	+11 ,44	+12 ,37	+12 ,78	+13 ,35	+14 ,46	+14 ,07	+14 ,47
9	1787	St.Petersburg	+ 1 ,13	+ 3 ,81	+ 4 ,36	+ 4 ,26	+ 5 ,28	+ 5 ,91	+ 8 ,20	+ 9 ,39	+ 9 ,81	+11 ,59	+13 ,34
24	1774	VVien	+ 7 ,85	+ 8 ,57	+ 9 ,67	+11 ,35	+12 ,08	+13 ,00	+13 ,00	+13 ,75	+13 ,62	+14 ,70	+15 ,85
20	1775	Zwanenburg	+ 9 ,20	+10 ,29	+10 ,94	+11 ,16	+12 ,08	+13 ,55	+13 ,61	+14 ,04	+14 ,74	+15 ,84	+16 ,11

Das Mittel aus diesen Beobachtungsreihen ist nun, je nachdem man es aus den 7 ersten oder aus sämmtlichen 9 Reihen bestimmt:

1803.	Temperat.	Zuwächse.	1797.	Temperat.	Zuwächse.
Apr. 18	+ 6°,931		Apr. 18	+ 7°,285	
		+1,349			+1,251
Apr. 23	+ 8 ,280		Apr. 23	+ 8 ,536	
		+0,810			+0,824
Apr. 28	+ 9 ,090		Apr. 27	+ 9 ,360	
		+1,211			+1,177
Mai 3	+10 ,331		Mai 3	+10 ,537	
		+0,905			+0,886
Mai 8	+11 ,236		Mai 8	+11 ,423	
		+0,128			+0,365
Mai 13	+11 ,364		Mai 13	+11 ,788	
		+1,306			+1,023
Mai 18	+12 ,670		Mai 18	+12 ,811	
		+0,624			+0,616
Mai 23	+13 ,294		Mai 23	+13 ,427	
		+0,335			+0,324
Mai 28	+13 ,629		Mai 28	+13 ,751	
		+0,817			+0,878
Juni 2	+14 ,446		Juni 2	+14 ,629	
		+0,901			+0,858
Juni 7	+15 ,347		Juni 7	+15 ,487	

Nach Ansicht dieser mittleren Resultate sowohl, als auch der einzelnen Beobachtungsreihen, aus denen sie hervorgegangen sind, wird man nicht umhin können folgende zwei Schlüsse zu ziehen:

1) Es findet von *Mai* 8 bis *Mai* 13 ein anomal geschwächter, und von *Mai* 13 bis *Mai* 18 ein anomal verstärkter Temperaturzuwachs statt;

und

2) die zuerst genannte Schwächung des fünftägigen Zuwachses hat ihren Grund in einer Abnahme der Temperatur während eines oder mehrerer eintägigen Intervalle.

Ich werde aber für diese unter 2) genannte Folgerung noch zwei directe Beweise hinzufügen, von denen der erste in einem meteorologischen Tagebuche liegt, welches sich durch den grofsen Zeitraum, den es umfafst (86 Jahre), höchst vortheilhaft auszeichnet; der andere aber in Temperaturbeobachtungen an Orten, welche, in Folge ihrer geographischen Lage, jede im Frühjahre erfolgende Entziehung von wärmenden Sonnenstrahlen mit überwiegender Deutlichkeit zeigen müssen. — Hr. Mädler hat bereits vor fünf Jahren, bewogen durch die Allgemeinheit des früher erwähnten Volksglaubens

— den er indessen als einen nur auf das norddeutsche Klima passenden darstellte — denselben einer Prüfung durch 86 Jahrgänge von Temperaturbeobachtungen zu *Berlin* unterworfen, und aus denselben die folgenden Resultate gezogen und bekannt gemacht [1]):

Im Mittel aus den Jahren 1719, 1729 bis 1748, 1756 bis 1821 ergeben sich für *Berlin* nach der Réaumur'schen Thermometertheilung:

	Mittags-Temp.	Zuwächse.	Tages-Temp.	Zuwächse.
Mai 5	+12°,70		+ 9°,81	
		+0,06		0,00
Mai 6	+12 ,76		+ 9 ,81	
		+0,43		+0,30
Mai 7	+13 ,19		+10 ,11	
		+0,37		+0,42
Mai 8	+13 ,56		+10 ,53	
		+0,56		+0,29
Mai 9	+14 ,12		+10 ,82	
		−0,35		−0,13
Mai 10	+13 ,77		+10 ,69	
		−0,87		−0,46
Mai 11	+12 ,90		+10 ,23	
		+0,15		+0,16
Mai 12	+13 ,05		+10 ,39	
		+0,08		+0,05
Mai 13	+13 ,13		+10 ,44	
		+0,90		+0,53
Mai 14	+14 ,03		+10 ,97	

Es zeigt sich hier mit schlagender Deutlichkeit, dafs die, wie ich glaube, durch Interposition der November-Körper erzeugte Verminderung der Sonnenwärme von *Mai* 10 bis *Mai* 13 dauert, und da man wohl nicht mehr geneigt seyn wird, eine so bestimmt an die Sonnenlänge gebundene Erscheinung, nach Hrn. Mädler's damals geäufserter Ansicht: »dem Schmelzen des Eises im Nordosten von Europa« zuzuschreiben, so habe ich hier nur folgende, unmittelbar auf die Beobachtungen bezüglichen Worte dieses eben so erfahrenen als verdienstvollen Meteorologen anzuführen: »wenn in einem 86jährigen Durchschnitte von Temperaturbeobachtungen noch ein Rückschritt von 1°,22, und gerade in derjenigen Zeit, die fast die schnellste Vermehrung der Wärme zeigt, bemerkt wird, so mufs diefs doch wohl mehr als Zufälligkeit einzelner

1) In: *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den Preufsischen Staaten. Berlin* 1834. *S.* 377 *u. f.*

Jahrgänge seyn.« Mädler a. a. O. — Auch habe ich noch auf die Bestätigung derselben Thatsache zu verweisen, welche Hr. Mädler in der genannten Abhandlung aus seinen eigenen Beobachtungen in *Berlin* von 1822 bis 1834 beibringt.

Erwägt man nun endlich, dafs die täglichen Zuwächse der Luft-Temperatur eines Ortes proportional sind einerseits mit den gleichzeitigen Veränderungen von ganzen Potenzen des Sinus der Mittags-Sonnenhöhen an demselben, und andererseits mit dem Ueberschusse der durch senkrechten Sonnenstand bewirkten Bodentemperatur über die eben stattfindende Bodentemperatur des betroffenen Ortes, so ergiebt sich, dafs eine im Mai erfolgende Entziehung von Wärme, an *Orten die dem Nordpole nahe liegen, das Maximum ihrer scheinbaren Wirkung erreichen müsse*; denn wirklich sind an solchen die Sinus der Mittagshöhen die kleinsten, und daher die dem Cosinus dieser Höhen proportionalen Aenderungen möglichst grofs, zugleich aber ist dort auch der zweite Factor des Effectes, der Ueberschufs der Sonnenwärme über die Bodentemperatur, seinem gröfsten Werthe näher als an andern Orten. Die hierdurch bedingte Gröfse der normalen Zuwächse mufs dann auch jeder Verminderung ihrer Ursache einen Effect von erhöhter Deutlichkeit anweisen.

Dieser Erwartung gemäfs geht nun auch wirklich die hier zu beweisende Schwächung der Sonnenstrahlen vom 10. bis zum 13. Mai aus Temperaturbeobachtungen in arktischen Gegenden mit einer Deutlichkeit hervor, die alles bis hierher Angeführte noch übertrifft. Ihr Einflufs ist dort über viele Zufälligkeiten so überwiegend, dafs ihn *einzelne* Jahrgänge nicht verkennen lassen. Ich setze zum Beweise Hrn. Dr. Richardson's Zusammenstellung der Lufttemperaturen hierher, welche während Sir E. Parry's Reisen beobachtet wurden [1]), und be-

1) *Journal of the Royal Geographical Society of London, Vol. IX*, 1839, *p.* 339 *u. f.*

merke nur noch, dafs eine jede der folgenden Zahlen das Mittel aus 12 je zweistündigen Ablesungen eines im Schatten hangenden Fahrenheit'schen Thermometers ist:

	Port Bowen. Breite 73° 14'. 1825.	Igloolik. Breite 69° 21'. 1823.	Winter-Island. Breite 66° 11'. 1821.	Mittel nach den drei Orten. Temperat.	Zuwächse.
Mai 8	+19°,25	+36°,62	+21°,75	+25°,87	
Mai 9	+22 ,29	+38 ,12	+25 ,42	+28 ,61	+2°,74
Mai 10	+11 ,00	+30 ,00	+21 ,42	+20 ,81	—7 ,80
Mai 11	+ 6 ,29	+29 ,96	+16 ,67	+17 ,64	—3 ,17
Mai 12	+ 8 ,25	+24 ,25	+15 ,75	+16 ,08	—1 ,56
Mai 13	+11 ,62	+20 ,00	+17 ,25	+16 ,29	+0 ,19
Mai 14	+17 ,75	+23 ,46	+22 ,25	+21 ,15	+4 ,85
Mai 15	+23 ,27	+30 ,79	+25 ,17	+26 ,41	+5 ,26

Auch hiernach überzeugt man sich — und zwar durch recht in die Augen fallende Zahlen — dafs jene Ursache, welche *jedem* Punkte der Erde Sonnenstrahlen entzieht, zwischen den Mittagen des 9. und 10. Mai zu wirken beginnt, und erst nach dem Mittage des 13. (beides nach Zeit der dortigen Meridiane) zu wirken aufhört. — Es unterliegt keinem Zweifel, dafs man, in der Folge, Temperaturbeobachtungen, welche die Atmosphäre über die zwei hier erwähnten kosmischen Ereignisse, (die im Februar und im Mai erfolgenden Conjunctionen der beiden Asteroïdenströme) befragen sollen, nicht allein nach den Jahrestagen und denen von der Lage der Beobachtungsorte abhängigen mittleren Zeiten derselben zu ordnen, sondern dabei auch die gleichzeitig stattfindenden Sonnenlängen als Argumente zu gebrauchen haben werde, so wie auch, dafs die beiden Resultate, welche ich hier aus Temperaturbeobachtungen im *Februar* und im *Mai* gezogen habe, jedenfalls noch etwas stärker hervorgetreten seyn würden, wenn ich schon jetzt eine solche Anordnung getroffen hätte. Es wäre dazu, anstatt

der Anführung obiger Mitteltemperaturen, ein nicht immer leichtes und sehr zeitraubendes Zurückgehen zu den Originaltagebüchern nöthig gewesen, und es schien mir, als sey das hier Vorhandene schon hinreichend, um die zwei mehr genannten Thatsachen zu beglaubigen, und um sie somit der Aufmerksamkeit der Physiker und Astronomen ohne Zeitverlust in dem Maafse zu empfehlen, wie es so unerwartete und so viele fernere Gesichtspunkte eröffnende Erscheinungen verdienen.

Verweilen wir nun noch einen Augenblick bei dem Gesammtresultate vorstehender Bemerkungen, so würde aus den Temperaturbeobachtungen hervorgehen, dafs im 19ten und 18ten Jahrhundert der im Mai stattfindende Durchgang der Erde durch die Knotenlinie der Mitte des Novemberstromes, mit noch etwas gröfserer Präcision stets an einerlei Punkte der Ekliptik erfolgte, als die ihm übrigens völlig ähnliche Conjunction der Sonne mit den August-Asteroïden im Februar. Wirklich bliebe kein Zweifel, dafs die Epoche des ersteren für das Ende des vorigen Jahrhunderts der Mitte zwischen *Mai* 10,0 und *Mai* 13,0 des ersten Meridianes sehr nahe lag, und dafs er mithin an einem Punkte der Ekliptik geschah, welcher dem, wo man jetzt die Novemberphänomene wahrnimmt, auf's Genauste entgegengesetzt ist. — Die Schwächung der Sonnenstrahlen im Februar erreichte um 1800 ihr Maximum an einem Tage, welchen wir nach dem Obigen nur als zwischen *Februar* 7 und *Februar* 12 gelegen bezeichnen können, und für dasselbe Jahr läfst sich die ganze Dauer jener Schwächung bis jetzt *nur* für entschieden kleiner als der Zeitraum von *Februar* 5 bis *Februar* 19 ausgeben. Wenn auch die Benutzung von Mitteltemperaturen, die nur durch eintägige Intervalle getrennt sind, die eben angegebenen Gränzen noch merklich zusammenrücken könnte, so ist es doch nicht

eben wahrscheinlich, dafs sie dieses bis zur Herbeiführung eines ganz gleichen Grades von Kürze der Dauer für die beiden Conjunctionserscheinungen leisten werde. Es wäre dagegen nicht ungedenkbar, dafs man dereinst den Grund dieser Verschiedenheit beider Ereignisse in einer verschiedenen Anordnung der Asteroïden welche sie bewirken, finden werde; dergestalt, dafs die mehr erwähnten Erscheinungen des *November* und *Mai* von einem in der Richtung der Erdbahn gedrängteren Strome von Körpern, die Sternschnuppen des *August* und die Wärmeentziehungen im *Februar* hingegen von einem in derselben Richtung breiteren und lückenhafteren Strome ausgingen. In Uebereinstimmung mit diesem, durch die Thermometerbeobachtungen angedeuteten Unterschiede beider periodischen Ereignisse scheint auch das Zeugnifs der von ihnen bewirkten und oben angeführten *Licht*schwächungen der Sonne zu seyn; denn auch diese haben sich in der Maiperiode noch etwas entschiedener innerhalb derselben *wenigen Grade der Ekliptik* ereignet, als in der des Februar. Wollte man nämlich auch für die Knoten der August-Asteroïden eine Aenderung ihrer heliocentrischen Länge von $+0^{\circ},042$ jährlich annehmen, wodurch sich folgende Zusammenstellung ergäbe:

	Sonnenlängen vom Aequinoctialpunkt für 1800 bei den: Conjunctionen der August-Körper mit der Sonne.			beob. Trübung. d Sonne.	
1803	319°,0	bis	321°,0	322°	Mitte derselben nach Thermometerbeobb.
1208	343 ,9	-	345 ,9	353 ,50	nach der Angabe von Crusius
1206	344 ,0	-	346 ,0	354 ,03	- - - - Villalba
1106	348 ,2	-	350 ,2	339 ,72	- den Erscheinungen zu *Bari*

so blieben dennoch Unterschiede zwischen den Orten, wo die Verdunklungen erfolgten, welche sich bis jetzt wohl am ungezwungensten durch die schon erwähnte Annahme

einer in der Richtung der Ekliptik discontinuirlichen Erfüllung des Ringes der August-Körper erklären würden. Namentlich könnte aber diese Ursache um so bedeutendere Unterschiede in den *Zeiten* der Sonnentrübungen herbeiführen, als man die dabei wirksamsten Theile des Ringes, der Sonne näher annähme; denn es würden demgemäfs, kleinen Unterschieden in der Lage der schattenden Körper um so beträchtlichere Verrückungen ihres Schattens auf der Ekliptik entsprechen. Unsre diesjährigen Beobachtungen über die scheinbaren Bahnen der August-Sternschnuppen haben uns indessen gelehrt, dafs sie jetzt während der Conjunction im Februar, um mindestens 0,072 des mittleren Erdbahnhalbmessers von der Sonne abstehn, und nach den Beobachtungen in *Bari* im Jahre 1106 scheinen damals die von der Sonne entferntesten Theile des Ringes sogar sehr nahe an die Erdbahn gereicht zu haben.

Der Verfasser dieser Zeilen ist natürlich auf verschiedenartige Aeufserungen von mancherlei Zweifeln über den hier ausgesprochenen Satz gefafst, zugleich aber reichlich entschädigt durch die Hoffnung, dafs man denselben schon im *Februar* und *Mai* der nächsten Jahre durch zweckmäfsige Beobachtungen über die Intensität der leuchtenden sowohl als der wärmenden Sonnenstrahlen prüfen werde.

IX *Ueber die Häufigkeit der Gewitter in den Polar-Regionen; von v. Baer.*

(Aus dem *Bullet. scientif.* der St. Petersburger Academie, *T. VI.*)

Im *Annuaire* für 1838 hat Hr. Arago eine ausführliche und sehr gelehrte Abhandlung über Gewitter bekannt gemacht. Unter andern untersucht er darin, ob

es Orte gebe, wo es niemals donnere (*p.* 389), und er entscheidet sich dahin: »*dafs es über den* 75*sten Grad nördlicher Breite auf offenem Meere und auf Inseln niemals donnere.*« Darauf wendet er sich etwas mehr nach Süden und zeigt (*p.* 390), dafs man es, auf den Reisen des Kapitain Ross und des Kapitain Parry, zwischen 75° und 70° N. Br. »*nicht ein einziges Mal donnern hörte und nicht ein einziges Mal blitzen sah.*« »*Begeben wir uns*, fährt Hr. Arago fort, *auch nur ein wenig diesseits des 70° N. Br. Der Donner wird schon sehr selten seyn; kaum dafs man ihn ein Mal im Jahre hört; aber es wird doch nicht mehr erlaubt seyn auf eine absolute Weise zu sagen, dafs man die Region der Gewitter überschritten habe.*« Dieser berühmte Physiker scheint also zu glauben, dafs die Parallele von 70° die Gränze der Gewitter sey. Er sucht zu beweisen, dafs der Donner vom 65sten bis 68sten Grad schon sehr selten sey, und er kann von einem Donner unter 69° N. nur eine einzige Beobachtung beibringen. Er schliefst mit der Bemerkung, »*dafs man Island oft als ein Land, wo es niemals donnere, anführe.*« Thorstensen in seinem zwei Jahre lang zu *Reikiavik* (65° N.) gemachten meteorologischen Beobachtungen, führe nur einen Tag an, wo man es donnern hörte.

Es leidet keinen Zweifel, dafs der Donner desto seltner wird, je mehr man sich dem Pole nähert. Indefs, scheint mir, hat Hr. Arago das Vorkommen desselben zu sehr beschränkt. Zur Ermittlung der Breite, unter welcher die Gewitter so selten werden, dafs man sie kaum einmal im Jahre bemerkt, oder derjenigen, unter welcher sie nicht mehr vorkommen, hat der berühmte Physiker für Nordamerika nur die in unsern Tagen unternommenen Reisen der Engländer, und für Island nur die zweijährigen Beobachtungen des Hrn. Thorstensen zu Rathe gezogen. Allein mehre dieser Reisenden waren

lange Zeit auf offenem Meer oder auf Inseln von geringem Umfang, und Hr. Arago weifs besser als irgend Jemand, dafs je mehr man sich von Continenten entfernt, desto seltner die Gewitter werden. Ueberdiefs beweisen ausgedehntere Beobachtungen, dafs an denselben Orten, wo durchziehende Reisende keinen Donner hörten, er dennoch von Zeit zu Zeit sich hören läfst, so dafs es keine von Menschen erreichte nördliche Breite giebt, wo er gänzlich fehlt. Es donnert sogar, obwohl selten, auf *Spitzbergen*, wie ich beweisen werde. Auf unserer Reise nach Novaja-Semlja haben wir daselbst, jenseits des 73° N. ein Gewitter beobachtet, und die Berichte der Wallrofsjäger enthalten mehre Beispiele davon. Beginnen wir indefs mit Island.

Wenn es Männer giebt, die *Island* als ein Land schildern, wo es niemals donnere, so scheint es haben sie die vielen Werke, welche von dieser Insel handeln, wenig befragt. Ein vulkanisches Land, in welchem man nie ein Gewitter erlebte, wäre in der That ein genügender Beweis, dafs die Atmosphäre daselbst nicht mehr die Mittel zu dessen Hervorbringung besäfse. Diefs ist aber keinesweges der Fall in Island. Man kennt daselbst diefs Phänomen sehr wohl, obgleich es freilich dort seltner ist als im übrigen Europa. Es giebt sogar Zeiten, wo die Gewitter häufig sind, ohne durch vulkanische Ausbrüche hervorgebracht oder angezogen zu werden. »Stets erinnert man sich, sagen Olafsen und Povelsen, im nördlichen Theil von Island als einer denkwürdigen Thatsache, dafs es im ganzen Laufe des Sommers von 1718 mit entsetzlichen Blitzen donnerte, und dafs sogar am 11. Jun. beim Gute *Briamsnaes*, unweit des Sees *Myvatn*, ein Mann vom Blitz erschlagen wurde; ein junges Mädchen, dicht bei diesem Mann, wurde niedergeworfen und drei Reiter von ihren Pferden gestürzt; allein weder das Mädchen noch diese drei Männer wur-

den verletzt« [1]). Dieselben Beobachter, welche bekanntlich sich lange in Island aufhielten (denn der eine war ein geborner Isländer und der andere ansäfsiger Arzt daselbst) versichern auch, dafs in dem nördlichen Theile der Insel Blitze häufig sind, und von Zeit zu Zeit Donner gehört werde [2]). In der westlichen Halbinsel sind dagegen, nach ihnen, die Gewitter selten, und man hört den Donner nur in der Ferne [3]) (vielleicht weil diese Halbinsel fast ganz vom Meere umgeben ist). Im südlichen Theile der Insel sind die Gewitter häufiger, und sie richten daselbst bisweilen Unheil an. Zwei Mal brennten sie die Kathedrale von Skalholt ab. Im J. 1634 verzehrte der Blitz den Dachstuhl der Häuser, die zur grofsen Pfarrer-Wohnung von *Brodretunge* zwischen *Skalholt* und dem *Hekla* gehören [4]). »Gewöhnlich donnert es nur im Winter in diesen Gegenden«, sagt Anderson [5]); Olafsen und Povelsen wiederholen diese Behauptung für den südlichen Theil der Insel [6]); allein dennoch scheint sie nicht ganz richtig zu seyn.

Indefs ist der Donner immer ein seltenes Phänomen in Island. In den durch Horrebow mitgetheilten *Beobachtungen* aus *Bessested* (an der Westküste unter 64° 8' N.) finde ich nur einen einzigen Tag (17. Juni), an welchem man 3 bis 4 Donnerschläge hörte [7]). In den von Mackenzie in seinem bekannten Reisewerk ver-

1) *Voyage en Islande fait par ordre de* S. M. Danoise *etc. Traduit par* Gauthier de Lapeyronnie, *T. IV p.* 59.

2) Ebendaselbst, *T. IV p.* 53. 59.

3) Ebendaselbst, *T. I p.* 345.

4) Ebendaselbst, *T. V p.* 122.

5) Anderson: Nachrichten von Island, Grönland und der Strafse Davis, 1747, S. 123.

6) *Voyage en Islande fait par ordre etc.* S. M. D. *T. I p.* 13.

7) Horrebow: Zuverlässige Nachrichten von Island, S. 512.

öffentlichten meteorologischen Beobachtungen findet man nur ein Mal (3. Dec.) Blitze ohne Donner angemerkt [1]). Die zu *Eyafiord* gemachten und von Scheel [2]) mitgetheilten Beobachtungen habe ich in diesem Augenblick nicht Gelegenheit nachzuschlagen.

In *Grönland* ist der Donner noch seltener, wie Egede und Cranz versichern, wovon der erstere 15 Jahre daselbst lebte [3]). Der letztere fügt hinzu, dafs man in der That zuweilen Blitze beobachte, aber nur selten Donner höre, — ja dafs man selbst, wenn man Etwas der Art höre, nicht unterscheiden könne, ob es Donner, oder vielmehr der Fall von einem Felsblock oder von Schnee sey [4]).

Auf den Continenten, unter den Breiten von Island, mufs der Donner häufiger seyn als auf dieser Insel. Für *Amerika* kann ich nicht so viele Beobachtungen anführen, wie für die alte Welt. In der Gegend der *Hudsonsbay* haben Ellis, James Hudson und Andere Gewitter beobachtet [5]). *Labrador* liegt zwar merklich südlicher als Island, hat aber ein weit rauheres Klima als dieses. Was die Gewitter betrifft, so kann man die Beobachtungen von La Trobe nachsehen [6]). Herr Arago stützt sich darauf, dafs die von Kapt. Franklin zu *Fort Franklin* (65° 12′ N.) [7]) gemachten Beobachtungen nur ein einziges Mal (29. Mai) Donner anführen; allein er scheint nicht bemerkt zu haben, dafs

1) Mackenzie: *Travels in the island of Iceland. Sec. edit. p.* 468.

2) *Annals of philosophy, Vol. XI p.* 96.

3) Egede, Beschreibung und Naturgeschichte von Grönland, S. 79.

4) Cranz, Historie von Grönland, Bd. I S. 62.

5) Scoresby's *Account of the arct. Regions* (6 *edit.*) *Vol. I p.* 415.

6) *Phil. Transact. Vol. LXIX* und *Vol. LXXI.*

7) Aus Versehen giebt Hr. Arago diesem Fort die Breite 67°½ N. (*Annuaire*, 1838, *p.* 390.)

vom Juni die Beobachtungen fehlen [1]), und das ist gerade der Gewittermonat in den nördlichen Regionen des Continents [2]).

Ich will indefs nicht entscheiden, ob die Sommer, während welcher Franklin in Amerika reisete, ungewöhnlich arm an Gewittern waren, oder diese Erscheinungen überhaupt in Amerika seltener vorkommen als in der alten Welt.

Gewifs ist, dafs in Europa der Donner weit häufiger ist als unter gleichen Breiten in Island.

Julin hörte es zu *Uleåborg* (65° N.) während 12 Jahren (1776 bis 1787) 88 Mal donnern [3]); diefs macht 7,3 Mal für's Jahr; und doch liegt diese Stadt entfernt von allen grofsen Gebirgsketten, die, wie bekannt, die Zahl der Gewitter vermehren; auch liegt sie am Ufer eines bedeutenden Meerbusens.

Archangel (64° 34′ N.) ist in noch höherem Grade unter denselben Umständen. Die Academie besitzt eine Reihe meteorologischer Beobachtungen aus dieser Stadt, die Hr. Kupffer in diesem Augenblick veröffentlicht. Sie enthält folgende Liste von Gewittern:

1814	4	Gewitter.	1820	5	Gewitter.	1826	9	Gewitter.
1815	9	-	1821	1	-	1827	6	-
1816	10	-	1822	6	-	1829	10	-
1817	5	-	1823	7	-	1830	7	-
1818	3	-	1824	15	-	1831	6	-
1819	13	-	1825	11	-	1832	4	-
	44	Gewitter.		45	Gewitter.		42	Gewitter.

Es giebt also in Archangel jährlich 6,5 Gewitter.

Weiter ostwärts von Archangel giebt es, unter der

1) Franklin's *Narrative of a second expedition to the shores of the polar sea in the years* 1825, 1826, 1827, *Append. LXIX* und *LXX.*

2) *Annuaire pour* 1838, *p.* 391.

3) Der Königl. Schwed. Acad. Neue Abhandlungen, Bd. X (Jahrg. 1789) S. 109.

Breite von Island, keinen Ort, wo man regelmäfsig meteorologische Beobachtungen anstellt, ausgenommen *Beresow*. Die Beobachtungen, welche die Academie aus Beresow empfangen hat, erwähnen der Gewitter blofs i. J. 1832; es gab deren sechs [1]). Fügen wir hinzu, dafs es zu *Jakutsk*, unter einer bedeutend geringeren Breite (62°), i. J. 1838 sechs Mal, und im Juli und August 1837 (der Juni fehlt) drei Mal, endlich in *Nertschinsk* in 6 Jahren achtzehn Mal [2]), also in einem Jahre drei Mal donnerte, so wird man bemerken, dafs die Häufigkeit der Gewitter sich eher nach den Isothermen, oder noch mehr nach den Isotheren, als nach den Breitengraden richtet.

Allein schreiten wir weiter nach Norden. In Ermanglung regelmäfsiger Beobachtungen, kann ich nur durch einige Angaben zeigen, dafs die Gewitter in Europa nicht so selten sind, wie sie, nach Franklin's Beobachtungen, in Amerika zu seyn scheinen.

Bekanntlich hat der Botaniker Schrenk i. J. 1837 das Land der Samojeden durchstreift. Er hat die Güte gehabt, mir die Liste der von ihm beobachteten Gewitter mitzutheilen. Mit ängstlichster Genauigkeit hat er Barometer ,Thermometer, Richtung und Stärke des Windes während der Gewitter aufgezeichnet; ich will hier indefs nur die Orte und die Zeiten angeben. Am 3. (15.) Juni am Ufer des Flusses *Rotschuga*, 65½° N., ein Gewitter in SO. Am 8. (20.) Juni am Ufer des Flusses *Sylma*, ebenfalls 65½° N., heftiger Donner, während eines Regens, ohne dafs ein Blitz beobachtet wäre [3]),

1) Aus dieser Anzahl ist zu schliefsen, dafs wenn in anderen Jahren keiner Gewitter erwähnt werden, man sie nur nicht beachtete, sie aber sicher nicht fehlten.

2) Georgi's Bemerkungen einer Reise im Russ. Reiche, Bd. I S. 427 bis 435.

3) Das wäre also ein Fall zu den wenigen, deren S. 379 dieses Bandes erwähnt wurde. *P.*

Am 17. (29.) Juli Abends erreichte den Reisenden, unter 68° N. oder etwas mehr, in einer jener baumlosen Wüsten, die man in Rufsland Tundras nennt [1]), ein heftiges Gewitter, und am 21. Juli (2. Aug.), 69° N., sah derselbe Beobachter mehre Blitze in SSW., ohne Donner zu hören.

Während wir, Hr. Lehman und ich, in *demselben* Jahre eine Woche im russischen Lappland verweilten, beobachteten wir am 11. (23.) Juni ein dreistündiges Gewitter, nordwestlich und so entfernt von uns, dafs wir den Donner nur schwach und selten hörten. Wir waren auf dem Wege von der Mündung des Flusses Ponoï zu dem unbewohnten Hafen Tri Ostrowa, unter 67° N. Wir glauben also, dafs das Gewitter fast unter 68° N. war.

Ich bedaure sehr, dafs die Astronomen, welche *i.* J. 1769 den Vorübergang der Venus vor der Sonne an drei Orten des russischen Lapplands beobachteten, ihre Stationen zu bald verliefsen, um meteorologische Beobachtungen in der Jahreszeit der Gewitter anstellen zu können. Rumoski ist der Einzige, dessen Tagebücher sich bis zum Juli neueren Styls erstrecken. Er *hatte* seinen Aufenthalt in Kola, und hörte daselbst *donnern* am 19. (31.) Juli [2]). Allein Hr. Reineke, Kapitain in der russ. Marine, welcher, während seiner Aufnahme der Küsten des weifsen Meeres und des russischen Lapplands, von der Mitte des Märzes bis zu Ende des Sommers in Kola und an den Nordküsten dieses Theils von Lappland verweilte, hat mir erzählt, dafs er in diesen Gegenden, d. h. unter 69° und 70° N., acht Mal Gewitter im Sommer 1826 beobachtete. Allein da dieses Jahr auch für das übrige Europa sehr reich an Gewit-

tern

1) Siehe Annalen, Bd. XXXXIII S. 188.

2) *Collectio omnium operationum quae occasione transitus Veneris per solem anno* 1769 *jussu Augustae Imp. Rossicum institutae fuerunt, p.* 170.

tern war, so zweifelt er nicht, dafs die gewöhnliche Zahl viel geringer sey. Vielleicht kommt der Nordküste nur die Hälfte zu. Allein im Innern mufs sie gröfser seyn, denn Kapt. Reinecke versichert mich, dafs alle von ihm beobachteten Gewitter im Südwesten von ihm erschienen. Da das Gewitter, welches ich an der Südost-Küste sah, sich in Nordosten zeigte, so scheinen sie sich in der Mitte des Landes zu bilden. Man kann also fast nicht zweifeln, dafs die Gewitter im Centrum von Lappland häufiger seyen. Sehr zu bedauern ist, dafs Wahlenberg weder in seiner Schilderung des Klimas von *Enontekis* [1]), noch in seinem Werk über *Kemi-Lappmark* [2]) der Gewitter erwähnt. In den meteorologischen Beobachtungen der französischen Geometer, die im verflossenen Jahrhundert die Länge eines Breitengrades in Lappland mafsen, finde ich keine meteorologischen Beobachtungen. Ich zweifle nicht, dafs man in den vielen schwedischen Schriften und Werken, die vom nördlichen Skandinavien handeln, einige Nachweisungen finden könnte. Mein gelehrter Kollege, Hr. Sjögren, hatte die Gefälligkeit, zwei Bücher von Hrn. Laestadius über Lappland zu durchblättern, ohne indefs Angaben über Gewitter darin zu finden. Ich begnüge mich also, zu erwähnen, dafs Wegelius i. J. 1708 zu Utsïoki drei Mal donnern hörte [3]). Dieser Ort liegt, wenig entfernt von der Küste, fast unter 70° N., der Gränze des Reichs der Gewitter nach Hrn. Arago.

Wenn es wahr ist, dafs im Innern der arctischen Länder die Gewitter häufiger sind als an den Küsten, so fehlen sie doch nicht ganz selbst mitten auf dem Polar-

1) *Flora Lapponica Introductio, p. XLIV.*

2) Wahlenberg, *Geografisk och ekonomisk Beskrifning om Kemi Lappmark etc.*.

3) Der Schwed. Acad. der Wissenschaften Abhandlungen, Bd. XXI S. 225 und 226.

Eise. Admiral Wrangell hat mir erzählt, dafs er während einer der gefahrvollen Reisen, die er auf dem Eise des Polar-Meeres im Nordosten Sibiriens machte, auf dem Eise selbst, aufser Ansicht der Küste, ein Gewitter beobachtet habe. Es giebt also keine Gründe zu zweifeln, dafs die grofsen Inseln dieses Meeres noch mehr *den* Gewittern ausgesetzt seyen.

Hr. Ziwolka und ich haben am 26. Juli (7. Aug.) 1837 mitten auf Nowaja-Semlja, d. h. an der Westmündung der Meerenge Matotschkin-Schar, unter 73° 10′, ein Gewitter beobachtet. Wir haben nach zwei Blitzen in Süden zwar nur einen dumpfen Donner gehört, aber es war doch sicherlich ein Gewitter; denn der Himmel, der sehr heiter gewesen, bedeckte sich schnell mit dunkeln Wolken, die nach dem ersten Blitzschlag Regen gaben. Bald verschwanden die Wolken und mit ihnen ein frischer Wind, der sich eine halbe Stunde lang aus Süden erhoben hatte. Nach dem Gewitter eine Temperatur-Erniedrigung. Einige Tage vor dem Gewitter hatten mehre Personen von der Expedition geglaubt einen Donner zu hören; allein da keine Wetterveränderung darauf eintrat und kein Blitz beobachtet worden, so zweifle *ich* nicht, dafs es ganz einfach eine Lawine war.

Um die Häufigkeit der Gewitter auf Nowaja-Semlja abzuschätzen, schlug ich die Berichte nach, die Krestinine auf die Erfahrungen unserer Wallrofsjäger gegeben hat. Rakhmanine hörte zu Nowaja-Semlja drei Mal donnern. Dieser Seefahrer des verflossenen Jahrhunderts hatte sich in dem südlichen Theile von Nowaja-Semlja, unter 71° und 73° ¼, zwei Sommer und 26 Winter aufgehalten.

Endlich donnert es auch zuweilen jenseits des 75° N. und selbst auf Spitzbergen. Diefs lernen wir aus dem Berichte von vier Russen, die nach der Insel ostwärts von Spitzbergen verschlagen wurden, und von denen drei sechs Jahre und drei Monate daselbst lebten.

Während dieses langen Zeitraums hörten sie es ein Mal, aber nur ein einziges Mal donnern [1]).

X. *Notizen.*

1) *Optische Täuschung.* — Bei meiner Heimkehr, schreibt mir Hr. Prof. Plateau aus Gent, fand ich einen Brief des Hrn. Delezenne aus Lille vor, worin er mir eine sonderbare Beobachtung mittheilt, die ich selbst schon früher gemacht, aber der Unvollkommenheit meiner Uhr zugeschrieben hatte. Die Stelle lautet so: »Ich betrachte den Secundenzeiger einer Uhr, schliefse die Augen, richte sie aber doch auf den Punkt, wo ich ihn wiederfinden mufs, wenn ich die Augen plötzlich öffne. Je nachdem nun zwischen dem Sprunge des Zeigers und der Bewegung der Augenlieder eine Coincidenz stattfindet oder nicht, scheint mir die folgende Secunde, die erste, welche ich sehe, oft sehr merklich zu lang oder zu kurz. Zuweilen, wenn sie zu lang ist, habe ich Zeit mich zu fragen, ob nicht die Uhr stillgestanden habe, denn der Zeiger scheint mir während etwa zwei Secunden stationär zu seyn.« Ich weifs so wenig, wie Herr Delezenne, diese sonderbare Gesichtserscheinung zu erklären, habe sie aber oft bestätigt. (*P.*)

2) *Nordlicht.* — Bei dem ausgezeichneten Nordlicht, welches am 22. Oct. d. J. in Berlin sichtbar war, beobachtete Hr. Galle um $8^h\,55'$ Ab. den Convergenzpunkt der Strahlen oder die sogenannte Nordlichtskrone mit einer geringen Unsicherheit zu $13°\,58'$ östl. Azimut, von Süden gerechnet, und zu $66°\,20'$ Höhe über dem Horizont, also in der Gegend, wohin das Südende ei-

1) Des Hrn. P. L. Le Roy Erzählung der Begebenheiten vier russischer Matrosen, die durch einen Sturm bis zur wüsten Insel Ost-Spitzbergen verschlagen wurden.

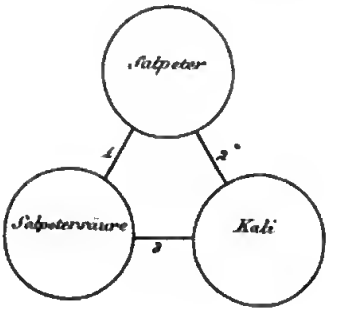
ner im magnetischen Meridian aufgestellten Neigungsnadel zeigen würde. Gegen 11 Uhr Ab. hatte ich selbst Gelegenheit die Bildung einer neuen, aber nur kurze Zeit bestehenden Krone wahrzunehmen. *P.*

3) *Alter Sternschnuppenfall.* — Im *Chronicon ecclesiae Pragensis*, verfafst von Benes Krabice de Weitmil oder Vaythmül (+1375) im zweiten Theile der *scriptorum rerum Bohemicarum*, 1784 zum ersten Male edirt zu Prag von Pelzel und Dobrowski, p. 389, hat kürzlich Hr. Boguslawski jun. in Breslau folgende bemerkenswerthe Nachricht gefunden: »*Eodem anno* (*i. e.* 1366) *die sequenti post festum XI millia virginum* (also vom 21. zum 22. Oct. 1366 a. St.) *ab hora matutina usque ad horam primam visae sunt quasi stellae de coelo cadere continua, et in tanta multitudine, quod nemo narrare sufficit.*« — Darnach wären also diese Meteore bei Tage gesehen? —

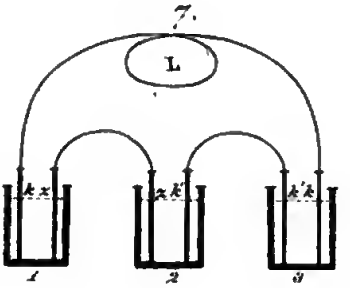
4) *Regen.* — Eine Erscheinung, die Hrn. Herschel's Aufmerksamkeit besonders auf sich zog, während er am Cap verweilte, war die Art, in welcher die Südost-Winde die Dünste von der See heranbringen. An der Windseite des Tafelberges breiten die Wolken sich aus und steigen sehr tief herab, ohne jedoch selten Regen zu bewirken, während sie an der Leeseite den Abhang des Berges bekleiden, und das wohlbekannte Phänomen des *Tafeltuchs* hervorbringen. Wenn er daselbst unter den schlanken Fichten ging, während jene Wolken dicht über ihm schwebten, ward er oft durch heftige Regenschauer überrascht, während aufserhalb kein Tropfen fiel. Die feinen faserigen Wipfel dieser Bäume, die unter gewöhnlichen Umständen als *Regenschirme* gedient haben würden, kehrten hier, da sie in die Wolken reichten, ihre Wirkung um, indem sie dem darunter Gehenden reichlich durchnäfsten. (*The Athenaeum*, *No.* 566, *p.* 621.)

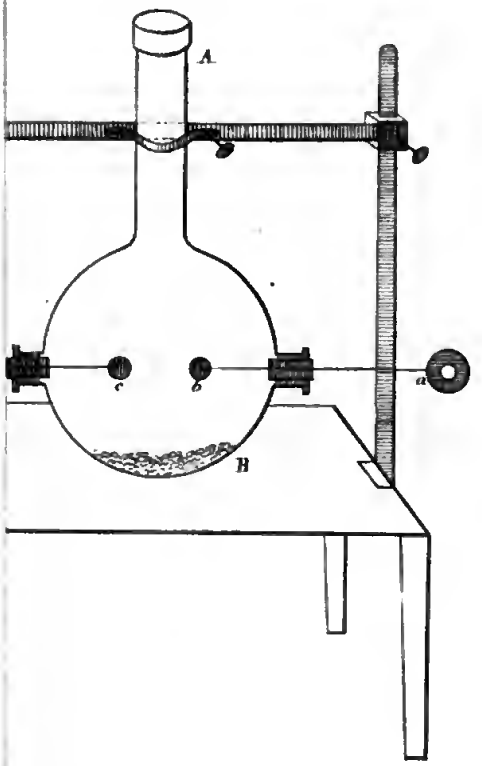
Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

4. Taf. I.



7.





C. Grimand sc.

3 2044 089 553 838